NOVITÀ NEL COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe Borruso *

Recentemente il comitato scientifico dell'associazione è stato rinnovato, con una sostanziale conferma dei suoi componenti e con un avvicendamento nelle cariche, con l'elezione del presidente Giuseppe Borruso, della vicepresidente Alberta Bianchin e del segretario Antonio Arrighi.

Il comitato intende lavorare, di concerto con il consiglio direttivo e secondo le indicazioni e i suggerimenti che perverranno dai soci, nella direzione già intrapresa nel mandato appena trascorso, ovvero continuando gli sforzi profusi nel processo di rinnovamento del Bollettino, rinsaldando le relazioni scientifiche di carattere internazionale e soprattutto fare quanto possibile per un maggiore consolidamento sul territorio dell'associazione, promuovendo iniziative locali e cercando di potenziare la formazione e comunicazione cartografica a tutti i livelli. Per fare ciò stiamo lavorando per l'ampliamento del CS, cercando di fare entrare altre forze interessate a lavorare e portare nuove idee e iniziative.

Inoltre, vi è la volontà di creare un gruppo di lavoro di giovani, cercando tra i soci per agevolare anche qui l'ingresso di nuove leve interessate alla cartografia e alle tematiche che affrontiamo. In tal senso AIC è presente con profili e gruppi su *social networks*, (ad esempio facebook, linkedin, ecc.), dove le attività dell'associazione e lo 'spirito' che ci sta dietro si presentano.

Si tratta di canali informativi molto interessanti e immediati, che ovviamente non sostituiscono gli altri mezzi di comunicazione (sito web, *mailing list* dell'associazione) ma che possono raggiungere un pubblico molto ampio. Può essere un modo di pubblicizzare i nostri eventi e iniziative, oltre che un luogo dove poter inserire *link* e novità del mondo della cartografia, nello spirito del 'notiziario' dell'Associazione, fino a qualche anno fa stampato su carta e realizzato per informare in modo agile sulle novità cartografiche.

Per il bollettino il processo di rinnovamento prevede l'introduzione, per gli interessati, della revisione scientifica tramite referaggio degli articoli inviati. Ciò comporterà un cambiamento importante in quanto un'apposita sezione del bollettino sarà dedicata a contributi che, prima della pubblicazione, saranno valutati da *referee*, anche esterni e internazionali, esperti dei vari settori della cartografia, di volta in volta individuati dal comitato scientifico. Ciò si unirà ad altri elementi quali la registrazione del bollettino nelle banche dati delle riviste e l'indicizzazione degli articoli pubblicati, nonché nell'inserimento più massiccio in contesti internazionali (già oggi possibile grazie alla traduzione in lingua inglese di titolo e *abstract* degli articoli), al fine di agire in linea con quanto oggi richiesto in ambito nazionale e internazionale per la valutazione dei prodotti della ricerca. Ciò, infatti, viene sempre più richiesto alla comunità di studiosi e ricercatori del mondo accademico e degli enti di ricerca, e non solo, al fine di disporre di strumenti per una più chiara valutazione e confrontabilità delle ricerche sviluppate. In questo senso dunque lo sforzo è teso soprattutto verso i soci provenienti dalla ricerca, in linea anche con quanto realizzato in seno ad altre associazioni federate sotto l'ombrello di ASITA. Come già ricordato più volte il bollettino deve rimanere luogo di incontro, informazione e cultura per i soci, pertanto rimarranno sezioni dedicate a contributi liberi, recensioni, note, commenti, informazioni, non destinate al processo di referaggio ma comunque lette e visionate dal Comitato scientifico. Anche su queste si intende lavorare al fine di mantenere un contatto forte con tutte le diverse anime dell'associazione e incentivare il pluralismo di opinioni, esperienze, punti di vista.

Agli aspetti formativi ed educativi si vorrà porre inoltre attenzione, sopratutto in un momento in cui da un lato le materie geografiche e cartografiche vengono sempre più ridotte nei cicli scolastici, mentre dall'altro

* Presidente CS AIC

le nuove tecnologie geografiche e informatiche unite alla diffusione di Internet rendono possibile quasi a chiunque di costruire e diffondere vere e proprie carte. Prevedere appositi spazi nel bollettino per contributi formativi e informativi sugli elementi di base della cartografia, letti alla luce delle recenti evoluzioni nel settore, potrebbe consentire la diffusione di una maggiore consapevolezza su quanto viene rappresentato su di una carta o sullo schermo di un calcolatore.

Proprio per accelerare in modo deciso il processo di rinnovamento, e allo stesso tempo ampliare l'interresse da parte dei soci - si spera anche nuovi - nei confronti della cartografia, è intenzione del comitato scientifico di lanciare una prima serie di numeri speciali del Bollettino, destinati ad affiancare la regolare programmazione. Si tratta di numeri in qualche modo tematici, gestiti di volta in volta da un *guest editor*, un curatore invitato che, di concerto con il comitato scientifico e il consiglio direttivo, si occupi di incentivare l'invio di articoli su temi importanti e attuali in campo cartografico, di raccoglierli ed assegnarli a dei *referee* per una valutazione, prima di passare alla vera e propria stampa finale. Ci sembra un passaggio nella direzione del cambiamento di rotta già intrapreso con il bollettino, sopratutto quale spunto di riflessione sulle questioni oggi rilevanti nel mondo della cartografia.

Sono stati individuati alcuni temi che dovrebbero nel corso dei prossimi mesi trasformarsi in altrettanti numeri speciali del bollettino, frutto di riflessioni avviati in seno al comitato scientifico e tra alcuni soci. Tra gli argomenti possibili, sono stati evidenziati soprattutto tre grandi ambiti, ovvero la cartografia nell'ambito del 'web 2.0', e i rapporti tra telerilevamento e cartografia nella logica del 'wiki'.

Un tema è legato a "Webmapping, webGIS 2.0", che considera il fenomeno in crescita della cartografia digitale 'creata dagli utenti', dove una cartografia 'globale' viene costruita e aggiornata esclusivamente dagli utenti con una logica presa in prestito da strutture quali Wikipedia e nell'ottica del Web 2.0, e che si presenta come un ambiente multiforme dove il prodotto cartografico può essere visualizzato, stampato, scaricato per l'utilizzo in navigatori satellitari ma anche in sistemi informativi geografici. Nei contributi si cercherà quindi di analizzarne la diffusione, le potenzialità e le criticità, osservando altresì quali possono essere i ruoli dei produttori 'tradizionali' di cartografia in un contesto dove la dimestichezza con le tecnologie informatiche e geografiche in particolare rende, apparentemente, facile la produzione di una cartografia da consumare immediatamente. Un secondo tema è concentrato su "Wiki-telerilevamento e Internet", volto ad analizzare le opportunità offerte dalla diffusione sempre più ampia di immagini satellitari gratuite e distribuite su un orizzonte temporale molto vasto. La liberalizzazione degli archivi di immagini telerilevate ha avuto (ed avrà in futuro), delle notevoli conseguenze sulla Cartografia digitale da satellite. L'attenzione sarà pertanto rivolta a contributi dedicati all'evoluzione del Telerilevamento e delle visualizzazioni cartografiche basate sullo stesso, in un'ottica orientata alla rete e da questa condizionata. In entrambi i casi l'attenzione viene posta su chi oggi 'dal basso' è in grado di produrre dati geografici e carte geografiche, grazie a un processo di democratizzazione dell'informazione cartografica, che implica tuttavia dei punti interrogativi sull'affidabilità delle realizzazioni cartografiche e che parallelamente schiude orizzonti fino a pochissimi anni fa impensabili.

Tali temi non saranno ovviamente gli unici a essere affrontati nel corso dei prossimi mesi. La cartografia storica ad esempio avrà senz'altro uno spazio da protagonista, essendo già ampiamente presente e importante negli eventi di AIC ed essendo approdata con grande successo anche nell'ambito delle conferenze ASITA, grazie anche a un peso sempre più importante anche in contesti oggi 'dominati' da strumentazioni tecnologiche avanzate. Al di là di tali proposte i soci sono invitati a inviare loro contributi, come sempre, sui vari temi e aspetti della cartografia, e i prossimi numeri, sia speciali sia ordinari, terranno conto dei suggerimenti che saranno forniti.

Nel corso delle prossime settimane quindi le pagine del bollettino e del sito internet dell'associazione ospiteranno le *call for papers* per il primo numero speciale, con l'indicazione del *guest editor*, la descrizione del tema, i tempi e le modalità di invio delle proposte di articoli da pubblicare.

SVILUPPO ED IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO RADARGRAMMETRICO IN UN SOFTWARE SCIENTIFICO: APPLICAZIONE A DATI COSMO-SKYMED

Francesca Pieralice*

Riassunto
L'utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione per scopi cartografici è un tema di grande interesse, in quanto esse rappresentano una valida alternativa al rilievo fotogrammetrico per la produzione e l'aggiornamento di prodotti cartografici a media scala, e per la generazione di modelli digitali del terreno (Digital Terrain Model - DTMs) o della superficie (Digital Surface Model - DSMs). I DTMs/DSMs sono di fondamentale importanza per il loro utilizzo in diverse applicazioni, come produzione di ortofoto, change detection, analisi spaziali, visualizzazione dei dati.
La generazione di modelli digitali 3D a partire da dati radar, acquisiti da sensori SAR (Synthetic Aperture Radar), si basa principalmente su tecniche interferometriche o radargrammetriche.
In questo momento è di crescente interesse l'utilizzo della tecnica radargrammetrica, in seguito al lancio dei satelliti SAR di nuovissima generazione che permettono l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione. In particolare la costellazione COSMO-SkyMed è dotata di una tecnologia all'avanguardia e pone l'Italia ai vertici dei sistemi di telerilevamento a livello internazionale grazie alla elevata risoluzione raggiungibile in modalità SpotLight (fino ad 1 m).
Nel software scientifico SISAR (Software Immagini Satellitari ad Alta Risoluzione), sviluppato dal gruppo di ricerca dell'Area di Geodesia e Geomatica (DICEA), Università di Roma "La Sapienza", è stato implementato un modello di orientamento basato sul principio della radargrammetria.
La radargrammetria, in modo simile alla fotogrammetria, ricava l'informazione altimetrica per via stereoscopica; il modello di orientamento implementato in SISAR è basato sulle due equazioni fondamentali Range-Doppler (RD), che rappresentano il vincolo di distanza piattaforma-bersaglio e il vincolo di proiezione Zero-Doppler (in cui il bersaglio viene acquisito perpendicolarmente al moto del satellite).
Inoltre, sulla base del modello rigoroso radargrammetrico, è stato anche sviluppato un algoritmo di generazione di Rational Polynomial Coefficients (RPCs), che permettono di orientare le immagini SAR secondo il modello a Funzioni Polinomiali Razionali (RPFs) raggiungendo lo stesso livello di accuratezza del modello rigoroso.
Il modello sviluppato è stato testato su due stereo coppie acquisite dai satelliti COSMO-SkyMed in modalità SpotLight sulle zone di Maussane (Francia) e di Merano (Italia).

Abstract
At present, thanks to the very high resolution and the good radiometric quality of the imagery acquired by very high resolution satellites such as Ikonos, WorldView-1, Geo-

* Università di Roma "La Sapienza" - Area di geodesia e Geomatica (DICEA

Eye-1, it seems possible to generate Digital Surface Models (DSMs) at an accuracy level, which is comparable to the one of DSMs derived from middle scale aerial imagery.
As regards SAR sensors, the availability of new high resolution radar spaceborne sensors offers new interesting potentialities for the acquisition of data useful for the generation of Digital Surface Models (DSMs) following the radargrammetric approach.
At present, the importance of the radargrammetric approach is rapidly growing due to the new high resolution imagery (up to 1 m GSD) which can be acquired by COSMO-SkyMed in SpotLight mode. In this respect, it is well known that the two main steps for DSMs generation from SAR imagery according to the radargrammetric approach are the stereo pair orientation and the image matching.
In this paper the topics related to image orientation of SAR stereo pairs in zero-Doppler geometry acquired by COSMO-SkyMed sensor in SpotLight mode are investigated.
The orientation model is implemented in the software SISAR (Software Immagini Satellitari ad Alta Risoluzione), developed at the Geodesy and Geomatic Institute of University of Rome "La Sapienza".
The defined and implemented model performs a 3D orientation based on two range and two zero-Doppler equations, allowing for the least squares estimation of some calibration parameters, related to satellite position and velocity and to the range measure. Starting from this model, based a on geometric reconstruction, also a tool for the Rational Polynomial Coefficients (RPCs) generations has been implemented. To test the effectiveness of the new model, two stereo pairs acquired by COSMO-SkyMed over the test sites of Maussane and Merano in SpotLight mode have been orientated.

1. Introduzione

Le informazioni provenienti dalla fotogrammetria aerea sono utilizzate come mezzo per l'aggiornamento e la produzione cartografica; ad oggi oltre alla classica tecnica fotogrammetrica è possibile disporre anche di immagini digitali acquisite da satelliti dotati di sensori ad alta risoluzione, capaci di acquisire immagini in modalità pancromatica e multispettrale.

Grazie alla messa in orbita dei satelliti di ultima generazione, sia dotati di sensori ottici che radar, come Ikonos II, QuickBird, WorldView-1, GeoEye-1, COSMO-SkyMed, TerraSAR-X, le immagini ad alta risoluzione hanno trovato largo impiego in numerose applicazioni, come il monitoraggio del territorio per scopi ambientali ed ingegneristici.

È di particolare interesse l'utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione per scopi cartografici, in quanto rappresentano una valida alternativa al rilievo fotogrammetrico per la produzione e l'aggiornamento di prodotti cartografici a media scala, e per la generazione di modelli digitali del terreno (Digital Elevation Model - DEM) o della superficie (Digital Surface Model - DSM).

Ad ogni modo la possibilità di utilizzare le immagini ad alta risoluzione per scopi cartografici dipende dalle caratteristiche del sensore (risoluzione geometrica e radiometrica), dalla tipologia di prodotti messi in commercio dalle compagnie che gestiscono la piattaforma satellitare, dal costo e dal tempo necessario per ottenere le immagini e dal costo dei software commerciali necessari per il loro processamento.

In generale i vantaggi offerti dal telerilevamento sono rappresentati da: la possibilità di eseguire rilevamenti a cadenze regolari, che dipendono dal tempo di rivisitazione del satellite utilizzato, caratteristica importante in casi di emergenze o comunque ogni volta che sia necessario monitorare con continuità l'evoluzione del territorio; la possibilità di acquisire immagini in territori difficili da raggiungere o comunque critici dal punto di vista dell'organizzazione di voli fotogrammetrici, ad esempio paesi in via di sviluppo; tempi di acquisizione e oneri economici ridotti rispetto alle tradizionali tecniche fotogrammetriche; la possibilità di riprendere zone molto estese.

Come esempi di prodotti cartografici derivati dal telerilevamento satellitare si possono citare le ortofoto per quanto riguarda le immagini ottiche, e i modelli digitali del terreno o della superficie (DTMs/DSMs) generati da stereo coppie ottiche o radar. I DTMs/DSMs, rappresentano un valido strumento per ottenere numerosi prodotti secondari come curve di livello, profili, volumi, modelli di pendenza, e costituiscono la base per la modellazione di molti fenomeni naturali e per l'esecuzione di analisi spaziali.

Le immagini satellitari sono affette da distorsioni dovute a diversi fattori, quali il sistema di acquisizione (orientamento e movimento del satellite, caratteristiche ottico-geometriche del sensore), gli effetti di rifrazione atmosferica e l'effetto della morfologia del terreno; pertanto, affinché le immagini possano essere utilizzate in ambito cartografico, è necessario sottoporle ad un processo di orientamento e ortorettificazione al fine di eliminare le distorsioni.

Per quanto riguarda i modelli di orientamento, il gruppo dell'Area di Geodesia e Geomatica (DICEA), Università degli Studi di Roma "La Sapienza", porta avanti dal 2003 lo sviluppo del software scientifico SISAR (Software Immagini Satellitari ad Alta Risoluzione), dedicato all'orientamento delle immagini satellitari ad alta risoluzione, nato per le immagini ottiche ed esteso nell'ultimo biennio anche all'orientamento di immagini radar.

La generazione di modelli digitali 3D a partire da dati radar, acquisiti da sensori SAR (Synthetic Aperture Radar), si basa principalmente su tecniche interferometriche o radargrammetriche, entrambe basate sull'utilizzo di una coppia di immagini della stessa area acquisite da due punti di presa diversi (stereo coppia).

La tecnica interferometrica sfrutta l'informazione relativa alle differenze di fase per ricostruire il dato altimetrico, pertanto richiede una base di presa corta; la tecnica radargrammetrica, in modo analogo alla fotogrammetria aerea o satellitare, permette di estrarre le informazioni relative alla posizione tridimensionale dei punti sul terreno attraverso la ricostruzione della geometria della presa, in questo caso è richiesta una base di presa più lunga e vengono utilizzate immagini SAR in ampiezza.

Il modello di orientamento implementato nel software SISAR, e descritto nel presente lavoro, è basato sul principio della radargrammetria. In questo momento è di crescente interesse l'utilizzo di questa tecnica, soprattutto dopo il lancio dei satelliti SAR di nuovissima generazione che permettono l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione.

Infatti le prime applicazioni radargrammetriche sono state sviluppate a partire dai primi anni '60, ma a causa delle scarse risoluzioni spaziali dei sensori finora disponibili (decine di metri), questa tecnica non ha trovato un largo impiego, a vantaggio della tecnica interferometrica. Attualmente, con la messa in orbita di satelliti di nuova generazione, capaci di acquisire immagini ad alta risoluzione in ampiezza (fino ad 1 m), la radargrammetria trova nuove possibilità di utilizzo e si aprono nuovi campi di indagine sulle potenzialità e sulle caratteristiche dei modelli digitali del terreno generati dai dati SAR. Si intende comunque sottolineare che la radargrammetria non vuole sostituire la tecnica interferometrica, ma essere integrata ad essa al fine di estrarre il massimo contenuto informativo dai dati radar.

Particolare attenzione è stata posta verso le applicazioni radargrammetriche con immagini acquisite dalla costellazione di satelliti italiani COSMO-SkyMed. Con COSMO-SkyMed l'Italia dispone di uno dei sistemi spaziali per osservazione della Terra tecnologicamente più avanzati e all'avanguardia in campo mondiale.

2. COSMO-SkyMed

Il programma COSMO-SkyMed rappresenta il più grande investimento italiano nel settore dell'osservazione della Terra e costituisce una realizzazione all'avanguardia in campo mondiale.

Il sistema è composto da una costellazione di quattro satelliti equipaggiati con sensori SAR ad alta risoluzione operanti in banda X.

COSMO-SkyMed è un programma spaziale per applicazioni duali (civili istituzionali/commerciali e militari) pensato e finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dal Ministero della Difesa e sviluppato da un team di industrie nazionali sotto il controllo dell'ASI.

Il sistema di satelliti ha una grande flessibilità di utilizzo, essendo in grado di operare in diverse modalità di acquisizione: ScanSAR (con uno swath compreso tra 100 e 200 km e una bassa risoluzione, da circa 100 x 100 m^2 fino a 30 x 30 m^2), Stripmap (con uno swath compreso tra 30 e 40 km e una media risoluzione, circa 3 x 3 m^2) e SpotLight (acquisizione di aree limitate, circa 10 x 10 Km^2, con una risoluzione di 1 x 1 m^2).

La flessibilità del sistema lo rende particolarmente adatto anche ad acquisizioni utili in momenti di crisi ed emergenze, uno strumento valido per assistenza alle attività di soccorso e pianificazione di protezione civile nella gestione dei rischi. La possibilità di acquisizioni in ogni condizione meteorologica e di illuminazione, gli intervalli temporali di rivisitazione di poche ore, rendono COSMO-SkyMed particolarmente adatto al monitoraggio del territorio e alla gestione delle risorse ambientali.

La costellazione COSMO-SkyMed è dotata quindi di una tecnologia all'avanguardia e pone l'Italia ai vertici dei sistemi di telerilevamento a livello internazionale.

3. Il modello di orientamento implementato nel software SISAR

3.1. La tecnica radargrammetrica

La tecnica della radargrammetria nasce nei primi anni '60 (La Prade, 1963), ma fino a questo momento non ha trovato un largo impiego a causa delle basse risoluzioni spaziali disponibili sul mercato (decine di metri di risoluzione in ampiezza).

Negli ultimi decenni diversi ricercatori hanno studiato le potenzialità della generazione di DSMs con la tecnica della radargrammetria da diversi tipi di sensori, ad esempio Toutin (Toutin and Gray, 2000) ha pubblicato numerosi lavori riguardanti applicazioni con RADARSAT-1 and ERS1/2 (sensori a bassa risoluzione in ampiezza), mentre sono ancora poche le applicazioni con i sensori di nuova generazione, tra cui ad esempio è possibile ricordare gli studi di Raggam (Raggam et al., 2009), relativi al sensore TerraSAR-X.

La radargrammetria, in modo simile alla fotogrammetria, ricava l'informazione altimetrica per via stereoscopica. Per ottenere una buona configurazione stereo, la condizione migliore è quella in cui il bersaglio è osservato da due punti di vista opposti (opposite-side configuration); purtroppo tale condizione produce grosse differenze radiometriche e geometriche tra le due immagini che rendono difficoltosa la procedura di matching, fase cruciale per la generazione di DSMs. Per questa ragione un buon compromesso è quello di avere una coppia acquisita da due punti di vista giacenti sullo stesso lato (same-side configuration) con un rapporto "base di presa su altezza" compreso tra 0.25 e 2.0 (Méric et al., 2009).

In questo lavoro è descritto il modello di orientamento per immagini SAR implementato nel software scientifico SISAR e sono riportati i risultati ottenuti in alcune applicazioni su dati COSMO-SkyMed. Partendo dal modello proposto da Leberl (Leberl, 1990), è stato proposto un raffinamento della modellizzazione del segmento orbitale, necessario per sfruttare al massimo le potenzialità dei dati ad alta risoluzione.

3.2. Il modello

La tecnica della radargrammetria è basata su una ricostruzione 3D effettuata attraverso la determinazione del modello di orientamento oggetto-sensore, nel quale la posizione dell'oggetto è determinata attraverso l'intersezione dei due "cerchi Doppler" corrispondenti all'acquisizione dello stesso punto a terra (Fig. 1).

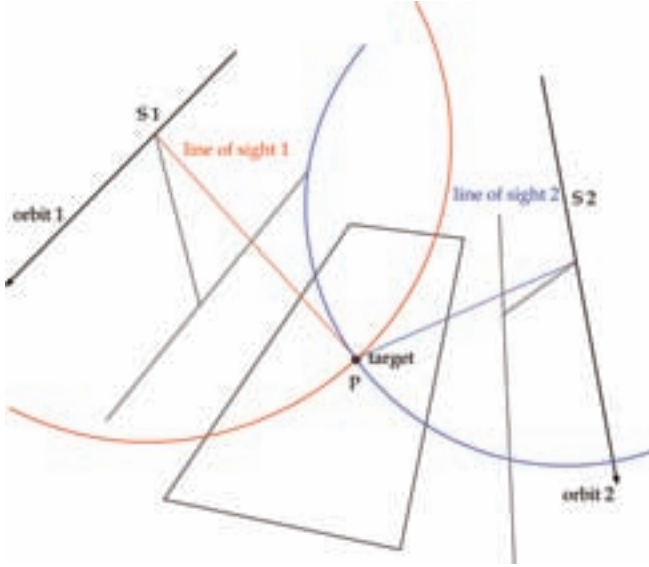



Fig. 1 – *Determinazione della posizione a terra del punto P attraverso l'intersezione di cerchi Doppler.*

Prima di tutto occorre richiamare la struttura del sistema di coordinate in una immagine SAR con proiezione slant range/zero-Doppler. Il sistema di coordinate è bidimensionale, l'origine è nell'angolo in alto a sinistra dell'immagine, la posizione di un punto è definita dalla sue riga (*J*) e colonna (*I*), crescenti rispettivamente verso il basso e verso destra.

La posizione di un punto lungo le righe *J* è relativa al suo istante di acquisizione, misurato lungo la direzione di volo del satellite, detta azimuth; la posizione lungo le colonne *I* è relativa allo slant range, cioè alla distanza tra il satellite e il punto a terra. In modo analogo la dimensione del pixel è caratterizzata dalla risoluzione in azimuth lungo la direzione di moto del satellite (line spacing *LS*) e la risoluzione in slant range (column spacing *CS*).

Le equazioni fondamentali del modello sono:

$$\begin{cases} \vec{v} \cdot (\vec{S} - \vec{P}) = 0 \\ |\vec{S} - \vec{P}| = RS_P \end{cases} \qquad [1]$$

dove $\vec{P}$ è la posizione del generico punto P a terra, $\vec{v}$ è il vettore velocità del satellite, $\vec{S}$ è la posizione del satellite corrispondente al punto P, RS_P è lo slant range relativo al generico punto P.

La prima equazione di [1] rappresenta il caso generale di proiezione in configurazione zero-Doppler, cioè in modo tale che il bersaglio sia acquisito lungo una direzione perpendicolare al moto del satellite (Fig. 2); la seconda equazione di [1] rappresenta il vincolo di slant range.

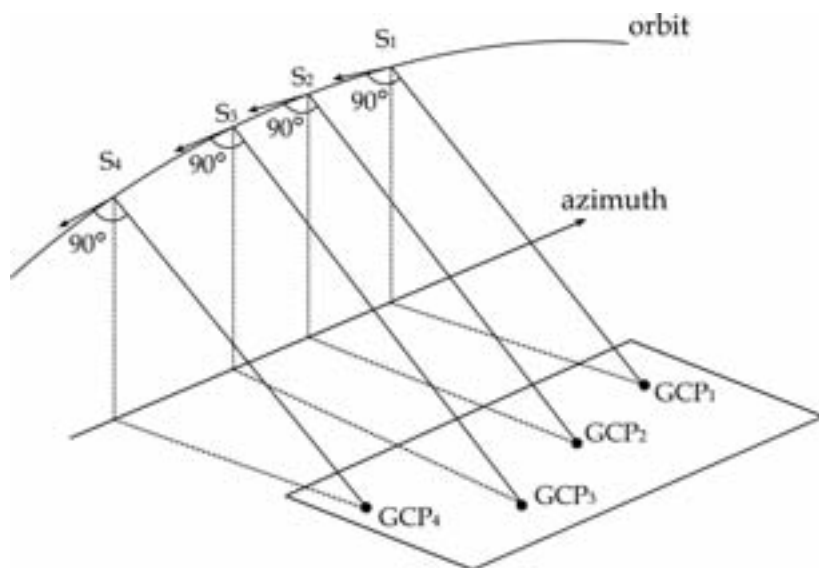



Fig. 2 – *Acquisizione in geometria zero-Doppler.*

Per quanto riguarda la ricostruzione dell'arco orbitale, poiché la durata dell'acquisizione è di pochi secondi e il segmento orbitale relativo è piuttosto breve (circa 10 Km), esso può essere modellizzato in modo semplice con un arco di circonferenza; i parametri dell'orbita sono stimati ai minimi quadrati sulla base delle posizioni del satellite contenute nei file di metadata dell'immagine.
L'equazione [1] può essere scritta in forma esplicita:

$$\begin{cases} V_{XS} \cdot (X_S - X_P) + V_{YS} \cdot (Y_S - Y_P) + V_{ZS} \cdot (Z_S - Z_P) = 0 \\ \sqrt{(X_s - X_P)^2 + (Y_s - Y_P)^2 + (Z_s - Z_P)^2} - (D_s + CS \cdot I) = 0 \end{cases} \quad [2]$$

dove V_{XS}, V_{YS}, V_{ZS} sono le componenti cartesiane del vettore velocità del satellite (dipendenti dal tempo), X_S, Y_S, Z_S sono le coordinate cartesiane della posizione del satellite (dipendenti dal tempo), X_P, Y_P, Z_P sono le coordinate cartesiane del generico Ground Control Point (GCP) (indipendenti dal tempo), D_S è il near range, cioè la distanza relativa al bordo dell'immagine più vicino al satellite, *CS* è la risoluzione in slant range (column spacing), *I* è la posizione lungo le colonne del punto P sull'immagine.
Inoltre l'istante di acquisizione di ogni GCP è legato alla sua posizione lungo le righe *J* attraverso una funzione lineare:

$$t = k_{t0} + k_{t1} \cdot J \quad [3]$$

dove i parametri k_{t0}, k_{t1} sono le incognite.

La soluzione ai minimi quadrati del problema dell'orientamento è finalizzata alla stima dei parametri k_{t0}, k_{t1} e alla stima di una correzione del near range.

4. Generazione di RPC

Oltre ai modelli di orientamento basati sulla ricostruzione della geometria della presa e delle caratteristiche del sensore, comunemente detti "rigorosi" o "fisicamente basati", esiste un'altra categoria di modelli, utilizzati in modo molto diffuso, basati su funzioni puramente analitiche in cui viene espresso il legame tra le coordinate immagine e le coordinate oggetto dei punti.

L'ampia diffusione di questi modelli è dovuta principalmente alla loro semplicità di utilizzo, e alla non necessaria conoscenza, per il loro utilizzo, di informazioni sul sensore, sull'assetto e sulle effemeridi del satellite.

Il modello analitico maggiormente utilizzato è il modello a funzioni polinomiali razionali (Rational Polynomial Function – RPFs). Il modello RPFs descrive la relazione analitica esistente fra lo spazio immagine (*I*, *J*) e lo spazio oggetto (latitudine ϕ, longitudine λ e quota ellissoidica *h*) attraverso semplici rapporti di polinomi (fino al terzo ordine):

$$
\begin{aligned}
I &= \frac{P_1(\varphi,\lambda,h)}{P_2(\varphi,\lambda,h)} = \frac{a_0 + a_1\lambda + a_2\varphi + a_3h + a_4\lambda\varphi + ... + a_{17}\lambda^3 + a_{18}\varphi^3 + a_{19}h^3}{1 + b_1\lambda + b_2\varphi + b_3h + b_4\lambda\varphi + ... + b_{17}\lambda^3 + b_{18}\varphi^3 + b_{19}h^3} \\
J &= \frac{P_3(\varphi,\lambda,h)}{P_4(\varphi,\lambda,h)} = \frac{c_0 + c_1\lambda + c_2\varphi + c_3h + c_4\lambda\varphi + ... + c_{17}\lambda^3 + c_{18}\varphi^3 + c_{19}h^3}{1 + d_1\lambda + d_2\varphi + d_3h + d_4\lambda\varphi + ... + d_{17}\lambda^3 + d_{18}\varphi^3 + d_{19}h^3}
\end{aligned} \qquad [4]
$$

dove a_j, b_j, c_j, d_j sono i coefficienti, detti RPCs (Rational Polynomial Coefficients).
Eventuali errori sistematici (bias) del modello possono essere corretti con un modello di raffinamento, introducendo un polinomio del primo ordine nelle equazioni [4]:

$$
\begin{aligned}
I &= A_0 + A_1 I + A_2 J + \frac{a_0 + a_1\lambda + a_2\varphi + a_3h + a_4\lambda\varphi + ... + a_{17}\lambda^3 + a_{18}\varphi^3 + a_{19}h^3}{1 + b_1\lambda + b_2\varphi + b_3h + b_4\lambda\varphi + ... + b_{17}\lambda^3 + b_{18}\varphi^3 + b_{19}h^3} \\
J &= \mathrm{B}_0 + B_1 I + B_2 J + \frac{c_0 + c_1\lambda + c_2\varphi + c_3h + c_4\lambda\varphi + ... + c_{17}\lambda^3 + c_{18}\varphi^3 + c_{19}h^3}{1 + d_1\lambda + d_2\varphi + d_3h + d_4\lambda\varphi + ... + d_{17}\lambda^3 + d_{18}\varphi^3 + d_{19}h^3}
\end{aligned} \qquad [5]
$$

dove A_i e B_i sono determinati con un processo di stima a minimi quadrati sulla base di un opportuno numero di GCP e descrivono o una semplice traslazione (A_0, B_0) o una trasformazione affine (A_0, A_1, A_2, B_0, B_1, B_2) (Fraser, 2003).

Molte società che gestiscono immagini satellitari usano per l'orientamento le funzioni RPFs con gli RPCs generati segretamente a partire da un loro modello di ricostruzione della geometria della presa.

Il modello di orientamento basato su tali RPCs, universalmente accettato e validato, costituisce un'ottima alternativa al modello di orientamento del sensore per immagini satellitari ad alta risoluzione.

Attualmente la maggior parte delle immagini satellitari ottiche vengono distribuite insieme ad un file di accompagnamento contenente gli RPCs, mentre le immagini SAR COSMO-SkyMed non sono provviste di tale file utile alla fase di orientamento.

Nel software SISAR è stato sviluppato un modulo per la generazione degli RPCs anche per le immagini radar che non ne sono comunemente provviste.

L'utilizzo del modello RPCs, ormai diffuso e validato per quanto riguarda le immagini ottiche, potrebbe essere di grande utilità anche per le immagini SAR, vista la diffusione di software commerciali in cui è implementato e vista la sua grande semplicità di utilizzo.

Gli RPC sono generati usando un "terrain independent approch" (Crespi et al, 2009), nel quale la

stima dei coefficienti è realizzata sulla base del modello di orientamento radargrammetrico.

In particolare, viene costruita una griglia 2D, che ricopre l'intera immagine, i cui punti sono utilizzati per generare una corrispondente griglia 3D nello spazio oggetto, attraverso il modello di orientamento fisicamente basato (Fig. 3); a questo punto, i punti della griglia immagine e i corrispondenti punti della griglia oggetto sono utilizzati per stimare i coefficienti delle funzioni polinomiali razionali.

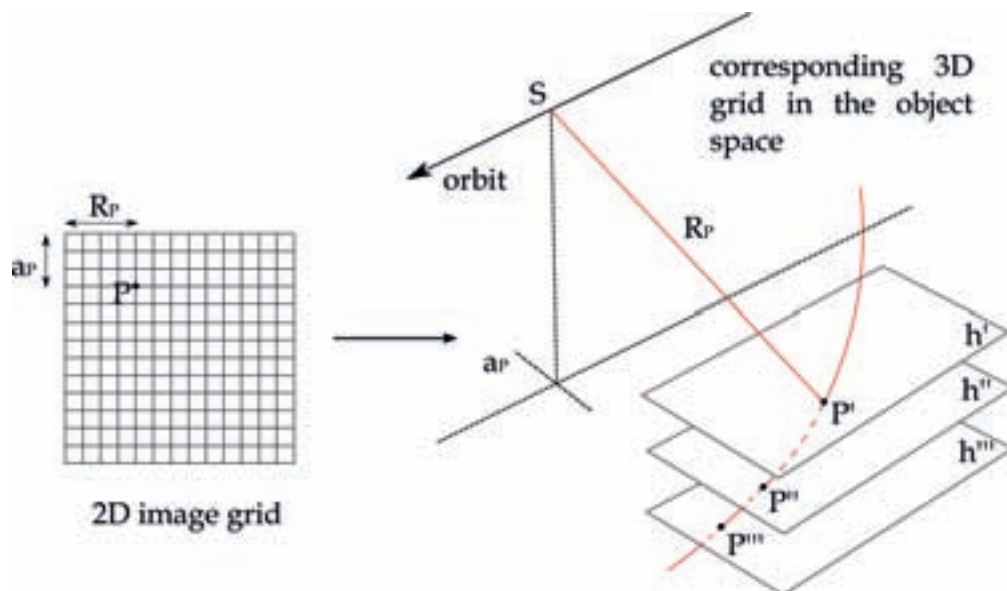



Fig. 3 – *Generazione degli RPCs attraverso il modello rigoroso: griglia immagine 2D e corrispondente griglia 3D nel sistema oggetto.*

Un'analisi approfondita ha evidenziato l'esistenza di alte correlazioni tra i coefficienti stimati provocando un'instabilità del modello; tale problema è risolto nel software SISAR utilizzando una procedura innovativa basata su due decomposizioni (SVD-Singular Value Decomposition e QR) per la selezione automatica dei coefficienti realmente stimabili e sul test t-Student per la selezione dei parametri significativi (Crespi et al, 2009). Tale procedura permette di stimare solo i parametri realmente stimabili e significativi, riducendo di molto il numero di coefficienti utilizzati nelle funzioni RPFs.
Si intende sottolineare inoltre che gli RPCs generati sulla base di un modello rigoroso, precedentemente calibrato su alcuni GCPs, non presenta significativi bias, pertanto non necessita della stima dei parametri di correzione visti nell'equazione [5].

5. I risultati

5.1. Data set

Il modello implementato e il modulo di generazione degli RPCs sono stati testati su due stereo coppie COSMO-SkyMed acquisite in modalità SpotLight su una zona della Francia meridionale (Maussane) e su una zona dell'Italia settentrionale (Merano) (caratteristiche delle immagini elencate nella Tabella 1).
Tutte le immagini in questione appartengono alla categoria di prodotto Level 1A (SCS), cioè dati focalizzati in formato complesso, restituiti in proiezione slant range/zero-Doppler.

Le due scene di Maussane sono state acquisite rispettivamente con un angolo di incidenza di 35.7 e 55.4 gradi lungo un'orbita ascendente e con configurazione same-side, il rapporto "base di presa su altezza" è pari 0.7.

Le due scene di Merano sono state acquisite rispettivamente con un angolo di incidenza di 25.9 e 42.3 gradi lungo un'orbita discendente, sempre con configurazione same-side, il rapporto "base di presa su altezza" è pari 0.3. La copertura di tutte le immagini è di circa 10×10 Km^2.

L'orientamento della stereo coppia di Maussane è basato su 25 Ground Points (GPs), per i quali le coordinate sono state determinate per via fotogrammetrica, utilizzando una stereo coppia acquisita dal satellite Cartosat-1 (risoluzione 2.5 m), con un'accuratezza di circa 3 m in planimetria, e di circa 4 m per la componente verticale.

Per la stereo coppia di Merano sono stati utilizzati 20 GPs, per i quali le coordinate planimetriche e la quota sono state ricavate rispettivamente da cartografia a scala 1:5000 e da un modello digitale del terreno generato da rilievo LIDAR con accuratezza media di 0.25 m, disponibili on-line sul sito della "Provincia Autonoma di Bolzano".

TABELLA 1: CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE IMMAGINI COSMO-SKYMED

Area	Data acquisizione	Copertura [Km2]	Angolo medio incidenza [gradi]	Orbita	Look side	B/H
Maussane	13/07/2008	10x10	35.7	Ascending	Right	0.7
	14/07/2008	10x10	55.4	Ascending	Right	
Merano	30/11/2009	10x10	25.9	Descending	Right	0.3
	02/11/2009	10x10	42.3	Descending	Right	

5.2. Risultati del modello di orientamento radargrammetrico

Per testare il modello le stereo coppie sono state orientate variando il numero di GCPs ed è stato analizzato il risultato dell'orientamento in termini di accuratezza valutata come Root Mean Square Error (RMSE) calcolato sui residui di un set di Check Points (CPs).

Per ottenere risultati significativi dal punto di vista statistico, per un dato numero di GCPs usati per orientare le immagini, sono stati utilizzati diversi set indipendenti di punti uniformemente distribuiti. Nelle seguenti tabelle verrà riportata la media, la mediana e la deviazione standard degli RMSE ottenuti negli orientamenti effettuati con le diverse distribuzioni.

Il numero di GCPs usati nella fase di orientamento non è stato incrementato oltre 12 e 9 per Maussane e Merano rispettivamente, in quanto i rimanenti punti utilizzati come CPs sarebbero stati in quantità esigua per una significativa valutazione dell'accuratezza.

È importante sottolineare che l'identificazione dei punti di controllo sulle immagini SAR generalmente non è semplice e il posizionamento dei punti è affetto da un errore di 1-2 pixel o anche maggiore (Fig. 4).

Nel caso di Maussane l'accuratezza ottenuta nell'orientamento è di circa 4.0 - 5.0 m sia per le componenti planimetriche che per quella verticale (Tabella 2), tale livello di accuratezza è congruente con quella delle coordinate dei punti di controllo, considerando anche l'errore di collimazione che si compie sulle immagini radar.

Per quanto riguarda il numero di punti utilizzato per l'orientamento, il software mostra un comportamento stabile, e l'incremento del numero di punti non migliora sensibilmente il risultato.

In Fig. 5 è presentato l'istogramma in termini di RMSE sui CPs usando diversi set di GCPs per la stereo coppia di Maussane; in particolare sono state utilizzate 4 differenti distribuzioni di 6 GCPs. Il modello mostra una buona stabilità anche variando la distribuzione dei punti di controllo utilizzati.

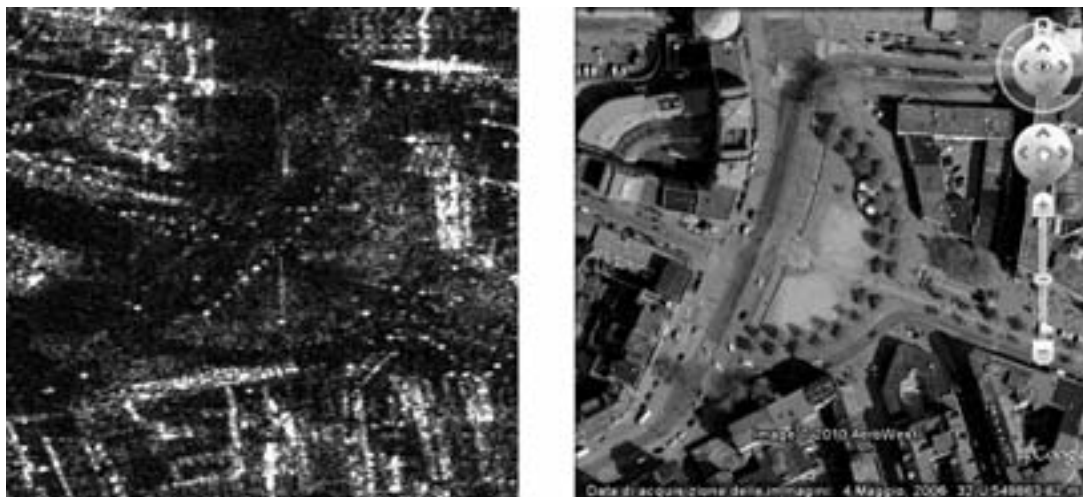



Fig. 4 – *Esempio di riconoscimento di un GCP al centro di una piazza su un'immagine SAR (sinistra) e su un'immagine aerea (destra).*

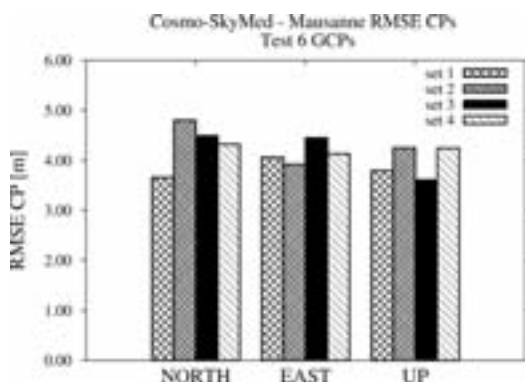



Fig. 5 – *Istogramma per le diverse distribuzioni di 6 GCPs (RMSE CPs) nella stereo coppia di Maussane.*

Tabella 2 – Risultati del software SISAR per la stereo coppia di Maussane

RMSE CPs Maussane										
		media [m]			mediana [m]			deviazione standard [m]		
# GCPs	# Indip. Sets	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP
3	8	4.78	4.51	4.26	4.85	4.41	4.31	0.86	0.42	0.21
6	4	4.32	4.14	3.97	4.41	4.10	4.01	0.42	0.19	0.28
9	2	4.12	4.00	3.94	4.12	4.00	3.94	0.53	0.01	0.10
12	2	4.40	4.03	4.02	4.40	4.03	4.02	0.51	0.34	0.13

Tabella 3 – Risultati del software SISAR per la stereo coppia di Merano

RMSE CPs Merano										
		media [m]			mediana [m]			deviazione standard [m]		
# GCPs	# Indip. Sets	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP
3	6	2.78	4.14	2.54	2.81	4.22	2.41	0.41	0.30	0.23
6	3	2.55	3.59	2.91	2.36	3.76	2.67	0.27	0.24	0.38
9	2	2.78	3.78	2.70	2.78	3.78	2.70	0.17	0.01	0.19

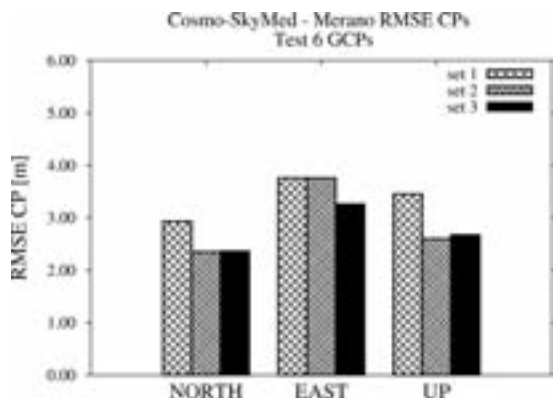



Fig. 6 – *Istogramma per le diverse distribuzioni di 6 GCPs (RMSE CPs) nella stereo coppia di Merano.*

TABELLA 4 – RISULTATI DEL SOFTWARE ORTHOENGINE V. 10.3 PER LE STEREO COPPIE DI MAUSSANE E DI MERANO

RMSE CPs OrthoEngine							
Maussane				Merano			
# GCPs	NORD [m]	EST [m]	UP [m]	# GCPs	NORD [m]	EST [m]	UP [m]
9	5.40	7.03	4.30	9	2.21	3.40	3.23
12	5.92	6.36	4.23	-	-	-	-

Nel caso della stereo coppia di Merano l'accuratezza in planimetria è di circa 3.0 - 4.0 m, mentre in altimetria è di circa 3.0 m (Tabella 3). Anche in questo caso l'incremento del numero di punti non migliora significativamente i risultati. In Figura 6 è presentato l'istogramma per 3 differenti distribuzioni di 6 GCPs.

Inoltre le stereo coppie sono state orientate anche con il modello di Toutin implementato nel software commerciale OrthoEngine v. 10.3 (PCI Geomatica); i migliori risultati ottenuti sono presentati nella Tabella 4. Secondo le indicazioni del manuale d'uso del software (PCI Geomatics, 2009), sono necessari almeno 8 GCPs per l'orientamento di stereocoppie SAR, pertanto si è deciso di effettuare i test con OrthoEngine utilizzando almeno 9 GCPs; ne consegue che il livello di accuratezza raggiungibile con i due software è simile, ma risulta essere significativamente diverso il numero di GCPs necessario per ottenerlo.

5.3. Risultati della generazione ed applicazione degli RPC

In questo paragrafo sono presentati i risultati della generazione degli RPCs per le immagini COSMO-SkyMed e della loro applicazione per l'orientamento delle stereo coppie.

Per quanto riguarda la generazione, rispetto ai 78 coefficienti usati nelle RPFs di terzo ordine, viene stimato un numero inferiore di coefficienti (circa 1/4) ritenuti effettivamente stimabili e significativi, utilizzando la procedura di selezione sopra descritta ed evitando così una inutile sovraparametrizzazione.

Gli stessi set di punti utilizzati nella procedura di valutazione del modello rigoroso sono stati utilizzati per generare gli RPC, che sono stati poi utilizzati senza alcun raffinamento nell'orientamento delle stereo coppie (risultati nelle Tabelle 5 e 6).

I risultati ottenuti, simili a quelli del modello rigoroso radargrammetrico, confermano la possibilità di utilizzo degli RPCs per le immagini SAR e del loro possibile impiego in sostituzione di un modello rigoroso, ad esempio all'interno di software commerciali.

TABELLA 5 – RISULTATI DELLA GENERAZIONE E DELLA APPLICAZIONE DEGLI RPCS PER LA STEREO COPPIA DI MAUSSANE

RMSE CPs Maussane - RPC										
		media [m]			mediana [m]			deviazione standard [m]		
# GCPs	# Indip. Sets	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP
3	6	5.07	4.59	4.26	5.17	4.49	4.23	0.87	0.36	0.28
6	3	4.49	4.22	3.88	4.63	4.16	3.9	0.27	0.21	0.24
9	2	4.22	4.06	3.78	4.22	4.06	3.78	0.49	0.02	0.05
12	2	4.31	3.90	3.96	4.31	3.90	3.96	0.23	0.13	0.06

TABELLA 6 - RISULTATI DELLA GENERAZIONE E DELLA APPLICAZIONE DEGLI RPCS PER LA STEREO COPPIA DI MERANO

RMSE CPs Merano - RPC										
		media [m]			mediana [m]			deviazione standard [m]		
# GCPs	# Indip. Sets	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP	NORD	EST	UP
3	6	2.79	4.23	2.63	2.72	4.09	2.61	0.37	0.49	0.21
6	3	2.58	3.62	2.67	2.33	3.79	2.42	0.46	0.4	0.37
9	2	2.79	3.77	2.71	2.79	3.77	2.71	0.23	0.02	0.02

6. Conclusioni e prospettive future

Un nuovo modello per l'orientamento di immagini SAR acquisite dal satellite COSMO-SkyMed in modalità SpotLight è stato definito e implementato nel software scientifico SISAR. Due diverse stereo coppie sono state orientate per testare e valutare le prestazioni del software; le immagini sono relative alle zone di Maussane (Francia) e Merano (Italia).

L'accuratezza, valutata come RMSE dei residui sui CPs, è dell'ordine di 4.0 - 5.0 m nel caso di Maussane e di 3.0 m nel caso di Merano. I risultati mostrano delle soddisfacenti prestazioni del software, considerando anche la non eccellente accuratezza dei punti di controllo disponibili. Ulteriori indagini, utilizzando punti di controllo più accurati, ad esempio acquisiti con rilievo GPS, dovrebbero comunque essere condotte. Il modello mostra un comportamento stabile e vengono ottenuti buoni risultati utilizzando anche pochi GCPs, mentre l'incremento del numero di GCPs non migliora significativamente i risultati.

La generazione di RPCs per le immagini radar ha dato soddisfacenti risultati, simili a quelli derivati dal modello rigoroso, confermando la possibilità di utilizzo del modello RPCs anche per le immagini radar.

Nel futuro lo sviluppo del software sarà volto all'implementazione di un algoritmo di matching sulle immagini SAR e quindi alla generazione di DSMs, nonché alla valutazione dei prodotti ottenuti.

Ringraziamenti

Si ringrazia e-Geos S.p.A., Roma (Italia) per aver reso disponibili le immagini COSMO-SkyMed; inoltre un ringraziamento va anche a Sysdeco Italia S.r.l, per aver fornito il software PCI Geomatica v. 10.3.

Bibliografia

M. CRESPI, F. FRATARCANGELI, F. GIANNONE, F PIERALICE (2009), Chapter 4 - Overview on models for high resolution satellites imagery orientation, In: Geospatial Technology for Earth Observation data, edit by Li D., Shan J., Gong J. (Eds.),Springer, Heidelberg

FRASER C.S., HANLEY H.B. (2003), Bias compensation in rational functions for IKONOS satellite imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69(1), 53-57

La Prade G. (1963), An analytical and experimental study of stereo for radar. Photogrammetric Engineering 29 (2), 294-300

Leberl F.W. (1990), Radargrammetric image processing, Artech House, Norwood, USA

Méric S., Fayard F., Pottier E. (2009), Chapter 20 - "Radargrammetric SAR image processing" In: Pei-Gee Peter Ho (Eds.), Geoscience and Remote Sensing, Intech

PCI Geomatics, PCI Geomatica 10.3 User Guide, 2009

Raggam H., Perko R., Gutjahr K. (2009), "Investigation of the Stereo-Radargrammetric Mapping Potential of TerraSAR-X", 29th EARSeL Symposium, Chania, Greece, pp. 371–380

Toutin T., Gray L. (2000), "State-of-the-art of elevation extraction from satellite SAR data", ISPRS Journal of Photogrammtery & Remote Sensing 55, ELSEVIER, pp. 13-33

TERRITORIO, SVILUPPO LOCALE E RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA: ESEMPI DALL'ATLANTE DELLO SVILUPPO LOCALE IN GUINEA BISSAU E BRASILE

TERRITORY, LOCAL DEVELOPMENT AND MAPPING: EXAMPLES FROM THE ATLAS OF LOCAL DEVELOPMENT IN GUINEA BISSAU AND BRAZIL

Serena Castellani*

Riassunto
L'*Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile* si propone innanzitutto la diffusione e la divulgazione dei principali risultati scientifici di due importanti ricerche di terreno svolte in Guinea Bissau e Brasile. Nel contempo, esso si propone anche come luogo di riflessione sul tema dello sviluppo locale. Nel caso della Guinea Bissau l'accento è posto in particolare sullo sviluppo dell'ecoturismo nel Parco Nazionale di Cantanhez con l'obiettivo di porre le basi per un miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni locali attraverso la valorizzazione conservativa delle risorse naturali. Nel caso brasiliano, invece, attraverso l'analisi di due comunità discendenti di *quilombos*, l'attenzione si concentra sull'identificazione delle risorse, delle organizzazioni interne e delle attuali dinamiche conflittuali che minacciano la sopravvivenza delle comunità e che ne compromettono, quindi, lo sviluppo.

Abstract
The Atlas of Local Development in Guinea Bissau and Brazil *is aimed to spread crucial scientific findings obtained from two major case studies that took place in Guinea Bissau and Brazil. At the same time, the Atlas represents a cue for reflecting on the topic of local development. In the case of Guinea Bissau the emphasis is focused on the development of ecotourism in the Cantanhez National Park. This research lays the foundations for an improvement of living conditions among local people enhancing the process of valorization in the conservation of natural resources. The Brazilian case regarding two communities descending from the* quilombos *people, is focused on the identification of resources, internal organizations and the present conflict dynamics that threaten survival of communities and that compromise their development.*

1. Introduzione

L'*Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile* è il frutto di due significative esperienze di terreno che hanno permesso di mettere in rilievo l'importanza che ha la rappresentazione cartografica nella valorizzazione conservativa[1] e nello sviluppo locale del territorio.

* Alma Mater Studiorum - Università di Bologna - serenacastellani@yahoo.it

[1] Turco A. (2009), *Governance, culture, sviluppo. Cooperazione ambientale in Africa occidentale*, FrancoAngeli, Milano, pp. 159-196.

La prima parte del lavoro è stata realizzata grazie ad una borsa di studio finanziata dalla Regione Abruzzo e al progetto di cooperazione internazionale EcoGuiné. È stato possibile infatti arricchire il patrimonio conoscitivo dell'area del Parco Nazionale di Cantanhez (PNC - Guinea Bissau) in riferimento agli aspetti culturali, socio-economici e territoriali. Nella seconda parte dell'Atlante è stato possibile analizzare, grazie ad una borsa di studio dell'Università dell'Aquila, importanti realtà come quelle delle comunità discendenti di *quilombos* [2]. Lo studio ha riguardato due di queste comunità situate sull'Isola di Marajó, nello Stato del Pará (Brasile) con lo scopo di mettere in luce le risorse e le dinamiche territoriali che minacciano la sopravvivenza e lo sviluppo stesso delle comunità. Un filo rosso sottile tiene insieme le due parti dell'Atlante, quello che lega l'Africa viva, pulsante, ricca di colori dei villaggi guineani all'Africa violata, calpestata, fiaccata dalla tratta schiavistica; Africa che nonostante tutto è riuscita in qualche modo a sopravvivere proprio in quelle comunità di schiavi fuggiti (provenienti anche dalla Guinea Bissau) che sono i *quilombos*.

2. Sviluppo locale e rappresentazione del territorio: per una cartografia topica

Prima di entrare nel merito dell'Atlante e dei suoi contenuti vale la pena soffermarsi seppur rapidamente su alcune considerazioni generali riguardanti la rappresentazione del territorio per lo sviluppo locale e in particolare sulla concezione della cartografia topica [3], alla base di tutto l'impianto del percorso cartografico dell'Atlante.

Per cartografia topica si intende una cartografia che, tramite parole scritte, numeri, nomi di luoghi ma anche tramite l'orientamento, la proiezione, il reticolo geografico, la scala, produce significati recuperando e trasmettendo le competenze topiche [4]. Tali competenze non sono altro che i saperi locali prodotti da un determinato contesto territoriale e ad esso funzionali. Nella competenza topica, infatti, sono racchiuse tutte quelle conoscenze tramite le quali una comunità, un gruppo sociale esprime la capacità di vivere in un luogo e di viverci "bene", di sapere qual è la cosa "giusta" per il territorio e la comunità che lo abita [5].

Affinché tale competenza topica venga effettivamente individuata e poi trasmessa dalla cartografia, tramite i segni della rappresentazione, bisogna avvalersi della ricerca geografica. Pertanto realizzare una cartografia topica non è affatto un'operazione semplice, al contrario è un processo complesso e articolato che richiede, da una parte, studi di terreno lunghi e faticosi, metodologicamente orientati a far emergere le competenze spesso nascoste, mimetizzate, assopite; e dall'altra l'utilizzo di tecniche e strumenti cartografici avanzati, come in questo caso l'utilizzo del GPS e del GIS. Tutte le carte geografiche presenti nell'Atlante infatti sono realizzate con tecnologia GIS - *Geographic(al) Information System*. Il presente lavoro, costituisce, dunque, da una parte il risultato di due importanti ricerche di terreno durante le quali si è

---

[2] *Quilombo* ha origine dalla parola ki-lombo, utilizzata in Angola per denominare l'organizzazione sociale delle comunità guerriere formate da membri di etnie diverse; questi rigettano l'organizzazione sociale del lignaggio ancestrale preferendo la coesione derivata da riti di iniziazione. I *quilombos* o *terras quilombolas* sono le comunità discendenti di *quilombos*, cioè comunità rurali, discendenti di africani che, schiavizzati in Brasile durante il periodo coloniale, sono riusciti a fuggire e formare i cosiddetti *quilombos* (vedi Treccani G.D. (2006), *Terras de Quilombo. Caminhos e entraves do processo de titulação*, G.D. Treccani, Belém). Molto spesso nella letteratura è usata, come sinonimo di *quilombo*, la parola *mocambo* ma secondo V. Salles il *mocambo* è un villaggio fisso e permanente, mentre il *quilombo* è provvisorio (Salles V. (2005), *O negro no Pará. Sob o regime da escravidão*, IAP/Programa Raízes, Belém).

[3] Turco A. (2010), *Configurazioni della territorialità*, FrancoAngeli, Milano, pp. 239-266.

[4] Turco A. (2005) *Problématique du sujet et compétence topique: regards sur et depuis l'Afrique subsaharienne*, "Hégoa", 25.

[5] Bignante E., Calandra L.M. (2010), *Cooperazioni, saperi, cartografie per la governance ambientale e lo sviluppo locale in Africa: dodici casi di studio*, in: Turco A. (a cura) (2010), *Governance ambientale e sviluppo locale in Africa. Cooperazioni, saperi, cartografie*, FrancoAngeli, Milano.

tentato di portare alla luce le competenze topiche relative alle comunità africane insediate all'interno del PNC (in Guinea Bissau) e alle comunità *quilombolas* di Bacabal e Bairro Alto (in Brasile). E dall'altra parte, il lavoro tenta di elaborare una cartografia topica per la diffusione delle informazioni di terreno in maniera chiara e facilmente fruibile.

Nella prima parte dell'Atlante, la cartografia topica porta alla luce tutti quei saperi che sono importanti ai fini di uno sviluppo locale centrato sulle pratiche del turismo ecosostenibile. In particolare, si è analizzata la spazialità del PNC con le sue risorse fisiche, faunistiche e floristiche ma anche la sua geografia per portare alla luce le risorse culturali e simboliche. Tali risorse rappresentano il perno della valorizzazione conservativa del PNC e quindi del suo sviluppo sostenibile. Affiancare l'idea di conservazione a quella di sviluppo sembrerebbe difficile, ma nel caso del turismo è possibile pensare delle politiche basate su principi di basso impatto ambientale e sociale nei confronti delle popolazioni locali [6]. Infatti il modello proposto per lo sviluppo locale autosostenibile nel PNC si fonda sull'idea di ecoturismo: ossia di un turismo che nel mentre tenta di conservare l'ambiente, si pone l'obiettivo di fornire opportunità economiche per lo sviluppo e di accrescere o stimolare il potere attoriale delle comunità locali affinché possano gestire, in prospettiva turistica, le proprie risorse. A questo proposito un momento importante e imprescindibile è sicuramente quello dell'identificazione delle risorse territoriali così come riconosciute dalle stesse comunità locali, e della loro localizzazione tramite GPS - *Global Positioning System*.

La seconda parte dell'Atlante, centrata sull'esperienza brasiliana, si apre con un breve quadro sulla presenza degli africani in Brasile prima come schiavi e poi come comunità di discendenti degli schiavi insediati nei cosiddetti *quilombos* o *terras quilombolas*. Sono due *quilombos*, del resto, situati sull'Isola di Marajó nello Stato del Pará, l'oggetto principale della ricerca di terreno che ha puntato all'identificazione e interpretazione delle conoscenze di cui le comunità si servono per autoriprodursi. Nel concreto sono state censite tutte quelle risorse (materiali e simboliche) necessarie alla vita della comunità e fondamentali ai fini dello sviluppo locale. Tra queste, la terra in particolare riveste un ruolo primario e fondamentali sono le dinamiche legate alla riappropriazione della, e all'accesso alla terra. Infatti l'accesso, nel corso degli anni, è stato di fatto impedito dalle *fazendas* che pian piano hanno finito per limitare alle comunità l'accesso alle terre di cui per secoli avevano goduto. È per questo che oggi la riacquisizione delle terre rappresenta la sfida più grande per tali comunità che vedono fortemente minacciata la loro sopravvivenza presente e futura. Anche qui l'utilizzo del GPS è stato fondamentale per localizzare e tracciare punto per punto i campi a manioca e ananas coltivati dalle comunità di Bairro Alto e Bacabal, così come le risorse simboliche. In definitiva, in entrambi i casi di studio, guineano e brasiliano, lo sforzo è stato quello di far emergere e delineare un quadro conoscitivo centrato e fondato sulle competenze topiche. Perché solo a partire da queste è possibile immaginare percorsi di valorizzazione e conservazione delle risorse di una comunità, di un gruppo sociale per fare in modo che queste società si sviluppino localmente senza scelte imposte dall'alto o provenienti dall'esterno.

3. Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile

Di seguito verranno illustrate alcune tavole dell'*Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile* di cui la Figura 1 riporta l'Indice e quindi l'articolazione complessiva del lavoro strutturato in due parti, per un totale di dodici tavole. La prima parte, come già menzionato nell'introduzione, si sofferma sulla territorialità africana nel PNC in Guinea Bissau e nello specifico su come la cartografia topica porta alla luce tutti quei saperi che

[6] Calandra L.M., Turco A. (a cura) (2007), *Atlante del turismo sostenibile in Africa*, FrancoAngeli, Milano, pp. 7-9.

sono importanti ai fini di uno sviluppo locale centrato sulle pratiche del turismo ecosostenibile. La seconda parte, invece, focalizza l'attenzione sulla possibilità da parte della cartografia topica di portare alla luce quei saperi di cui le comunità si servono per auto riprodursi e che sono indispensabili ai fini dello sviluppo locale delle due comunità *quilombolas* che può realizzarsi solo attraverso la riappropriazione della terra.

Nei paragrafi che seguono, sono riportate solo alcune tavole dell'Atlante tra le più significative ai fini di ciò che in questa sede si intende mettere in evidenza.

Indice

Introduzione pag. 2
Sviluppo locale e rappresentazione del territorio: per una cartografia topica

PARTE PRIMA » 4
Territorialità africana in Guinea Bissau: il Parco Nazionale di Cantanhez (PNC)

Tavola 1 - L'ecoturismo in Guinea Bissau » 5
Tavola 2 - Le risorse fisiche e culturali del PNC » 6
Tavola 3 - Le risorse faunistiche, floristiche e simboliche del PNC » 7
Tavola 4 - I *regulados* e le etnie del PNC » 9
Tavola 5 - L'ecoturismo nel PNC » 11

PARTE SECONDA » 13
Territorialità africana in Brasile:* "terras quilombolas" *nell'Isola di Marajó

Tavola 6 - Le comunità discendenti di *quilombos* nello Stato del Pará » 14
Tavola 7 - *Terras quilombolas* dell'Isola di Marajó » 16
Tavola 8 - Le risorse agricole di Bairro Alto » 17
Tavola 9 - Le risorse agricole di Bacabal » 18
Tavola 10 - Le risorse alieutiche, cinegetiche e forestali di Bairro Alto e Bacabal » 20
Tavola 11 - Le risorse simboliche di Bairro Alto e Bacabal » 21
Tavola 12 - Dinamiche territoriali e giurisdizione » 22

Bibliografia » 23

Acronimi » 25

Fig. 1 – *Indice dell'*Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile.

3.1. Territorialità africana in Guinea Bissau: il Parco Nazionale di Cantanheez (PNC)

In riferimento al PNC, la Tavola 1 illustra quanto sia difficile, soprattutto in un paese tra i più poveri del mondo come la Guinea Bissau, parlare di turismo. Ne costituisce una dimostrazione il fatto stesso che ad esempio, nessun progetto della cooperazione italiana si rivolga al turismo sostenibile o all'ecoturismo in Africa, stando a ciò che risulta da dati online forniti dal Ministero degli Affari Esteri. Inoltre la Tavola 1 riporta una carta della Guinea Bissau con la localizzazione dell'area d'intervento del progetto Ecoguiné, ossia il PNC a sud del paese nella regione amministrativa di Tombalí. Si tratta di una zona di frontiera che possiede un'area forestale molto vasta e densa, ricca di fauna e flora. La regione di Tombalí possiede una delle ultime foreste primarie mondiali ed è a livello nazionale considerata l'icona della lotta per l'indipendenza dai portoghesi, colonizzatori del piccolo stato guineano.

Le Tavole 2 e 3 si soffermano sulle risorse del PNC di particolare interesse ecoturistico: le risorse fisiche, culturali, faunistiche, floristiche e simboliche. Per risorse fisiche si intendono i quattordici nuclei forestali protetti, fondamentali per la sopravvivenza delle popolazioni locali in quanto la foresta è utilizzata per ottenere la legna; per la raccolta di frutti spontanei e di erbe medicinali; e per la caccia. Tra le risorse fisiche, particolare importanza rivestono elementi idrografici, fondamentali sia per la pratica agricola (nei bassifondi inondati dall'acqua si produce il riso di *bolanha*) che per le pratiche simboliche (su buona parte dei punti d'acqua permanenti gli anziani raccontano storie legate alla presenza di spiriti e di elementi della sacralità). Le risorse faunistiche riguardano specie integralmente o parzialmente protette, ognuna delle quali è soggetta ad una maggiore o minore osservabilità da parte dell'ecoturista a seconda che si tratti di animali notturni o che ci si trovi in stagione secca o piovosa. Riguardo le risorse floristiche, l'attenzione è posta sulle formazioni e specie maggiormente a rischio d'estinzione. Alcune specie come il *Tagara* (*Alstonia congensis*), il *Mampataz* (*Parinari excelsa*) e il *Polon* (*Ceiba pentandra*) sono di interesse ecoturistico per la loro grandezza, maestosità e bellezza.

Nella Figura 2, a titolo esemplificativo sono riportate le carte relative alle risorse culturali e simboliche del PNC.

Le risorse culturali presenti all'interno del PNC rappresentano sia la cultura delle varie etnie che nei secoli si sono stabilizzate in quest'area, sia i segni storici lasciati dalla lotta armata contro la colonizzazione portoghese, relativi soprattutto alla Guerra d'Indipendenza, che come mostra la carta della Figura 2, sono disseminati in tutti i *matos* di Cantanhez. La Regione di Tombalí, specialmente i settori di Bedanda e Cacine, è considerata dal popolo guineano la "culla" dell'indipendenza proprio perché è stata la zona dove maggiormente si è combattuto contro i colonizzatori. Per tale ragione oggi le Foreste di Cantanhez, oltre ad essere considerate fondamentali per la loro biodiversità, rappresentano anche un'icona della libertà, raggiunta dopo vent'anni di lotta armata. Ciò significa che si potrebbe sviluppare un turismo che valorizzi le potenzialità del PNC dal punto di vista dell'ambiente ma allo stesso tempo della cultura e della storia.

Le risorse simboliche, invece, sono risorse naturali che oltre ad avere un'utilità pratica hanno anche una valenza sacra fondamentale per le società locali, profondamente legate alla foresta, alla flora e alla fauna. Accade infatti che un valore sacro per queste comunità assuma una dimensione fisica e spaziale che si traduce in un vero e proprio "luogo sacro": il sacro diventa albero, roccia, animale ma anche un intero ecosistema (foresta, fiume, stagno, ecc.)[7]. In questi luoghi sacri solitamente si tengono riti e cerimonie tra-

[7] Si rimanda al concetto di topomorfosi, quel processo che proietta concretamente i luoghi sacri al cuore del processo di territorializzazione. Questi luoghi sacri, quindi, diventano veri e propri punti di riferimento dei processi di organizzazione sociale e politica delle società africane (Turco A. (1999), *Terra eburnea. Il mito, il luogo, la storia in Africa*, Ed. Unicopli, Milano, p. 177 e ss.).

Fig. 2 – *Le risorse culturali e simboliche nel PNC.*

dizionali, inoltre vi sono proibite attività umane quali pesca, caccia, raccolta e/o agricoltura. Tali luoghi sacri, quindi, costituiscono punti di riferimento essenziali dei processi di organizzazione sociale e politica delle società africane. Nel PNC si hanno numerose foreste sacre localizzate nei 14 *Matos Protegidos* che per il popolo Nalu, di credenza animista, hanno una grande rilevanza. Gli spiriti che abitano le Foreste di Cantanhez non sono visibili a tutti ma solo a coloro che hanno poteri particolari "per vedere dove gli altri non vedono". Si tratta di interlocutori, mediatori che oltre a vedere gli spiriti del luogo, riescono a comunicare direttamente con loro. Ogni foresta ha il suo interlocutore e se qualche persona del villaggio ha bisogno dell'intervento dell'*iran* (in lingua nalu "spirito") per risolvere qualche questione, deve necessariamente rivolgersi all'interlocutore. Quest'ultimo ha l'obbligo di parlare con lo spirito e riferire ciò che gli viene richiesto; in caso contrario rischia di diventare pazzo o addirittura la morte.

Per ottenere dei favori generalmente si offre allo spirito un animale (capra, gallina, maiale, …). È significativo sottolineare come tutte le risorse simboliche individuate (seppure non in maniera esaustiva) e riportate nella Figura 2 siano legate all'acqua: si tratta di fonti, stagni, fiumi e abbeveratoi.

La Tavola 4 (di cui la Figura 3 rappresenta un estratto) concerne i *regulados* [8] e le etnie presenti in ogni villaggio del PNC. Insieme alla carta partecipativa dei quattro *regulados* (Regulado di Jemberem, di Cadique, di Cabedu e di Medjo) interessati dal Parco con le rispettive *tabankas* ("villaggio" in criolo) ed etnie, è riportata a titolo di esempio anche la carta del *Regulado* di Jemberem realizzata con l'aiuto della popolazione residente nel Parco. Come si può vedere, per ogni villaggio è segnalata l'etnia che vi risiede e la presenza o meno di un capo villaggio e di un comitato di gestione.

I *regulos* e i *regulados* hanno avuto prima e dopo la colonizzazione portoghese una notevole importanza in Guinea Bissau. Il *regulo* rappresenta l'autorità politica e fondiaria tradizionale che è riuscita a sopravvivere al colonialismo e all'ostilità dei regimi che si sono succeduti al potere dopo l'Indipendenza. Durante il periodo coloniale i *regulos* acquistano un alto grado di autonomia divenendo a tutti gli effetti dei collaboratori degli amministratori coloniali. Essi infatti si occupano delle imposte, dei lavori infrastrutturali, percepiscono lo stipendio, redigono il bollettino annuale delle attività svolte nel proprio territorio di competenza.

Con l'indipendenza della Guinea Bissau nel 1974, l'autorità del *regulo* viene apertamente e duramente contrastata. Il PAIGC - Partito Africano dell'Indipendenza della Guinea e Capo Verde – vedendo nei *regulos* dei dirigenti del vecchio stato coloniale, dichiara illegale il loro titolo e le loro funzioni sociali. Essi vengono sostituiti da un comitato di villaggio con tanto di presidente, nominati direttamente dal partito. Le cose cambiano nel 1992 con l'introduzione del multipartitismo [9] quando ad essere dichiarati illegali sono i comitati (di villaggio e di sezione) determinando così un vuoto di potere a livello locale. Per tale ragione in molti propongono un ritorno alle strutture tradizionali che nonostante tutto erano rimaste sempre presenti. Oggi i *regulos* risultano sempre più implicati dall'amministrazione statale come veri e propri intermediari tra Governo e popolazioni locali, facendosi portavoce delle misure e delle leggi promulgate dallo Stato, preoccupandosi della loro diffusione e applicazione tra la popolazione. Inoltre, i *regulos*, in quanto depositari

[8] I *regulados* sono strutture territoriali tradizionali, composte da un certo numero di villaggi e reti di villaggi, sulle quali il *regulo* ha giurisdizione. Esse non rappresentano altro che un esempio di strutturazione basica e di villaggio reticolare (*sokun* in malinké) in Africa subsahariana. Per villaggio reticolare si intende l'insieme di relazioni che il villaggio sviluppa con il territorio circostante e con un insieme di altri villaggi. Sui *sokun* si veda Turco A. (2006) *Sokun: le village réticulaire en Afrique de l'Ouest*, "Géographie et cultures", 60, pp. 111-133.

[9] Arbore C., Leone P., Vallodoro A., Vinciguerra V. (2005), *Recherche en Géographie humaine concernent les aspects socio-territoriaux de l'APT G-Gb: Dynamique d'acteurs, conflictualité et concertation*, Rapport AGIR.

I regulados e le etnie del PNC

I regulos e i regulados (strutture territoriali tradizionali, composte da un certo numero di villaggi e reti di villaggi, sulle quali il *regulo* ha giurisdizione) hanno avuto prima e dopo la colonizzazione portoghese una notevole importanza in Guinea Bissau. Il *regulo* è un'autorità politica e fondiaria tradizionale che è riuscita a sopravvivere in questo paese anche dopo anni di colonizzazione. Infatti durante il periodo coloniale i *regulos* acquistano un alto grado di autonomia e collaborano a stretto contatto con gli amministratori coloniali, occupandosi delle imposte, dei lavori infrastrutturali percependo uno stipendio da parte del nuovo governo. In cambio dovevano produrre un bollettino annuale che raccogliesse le attività svolte nel loro territorio di competenza. C'è da dire che con l'indipendenza della Guinea Bissau, arrivata nel 1974, queste autorità politiche tradizionali sono state ostacolate dai regimi che hanno preso il potere nel paese; infatti il PAIGC - Partito Africano dell'Indipendenza della Guinea e Capo Verde - vedeva nei *regulos* dei dirigenti del vecchio stato coloniale e per questo li metteva da parte tanto da dichiarare illegale il loro titolo e le loro funzioni sociali. I *regulos* vengono sostituiti da un comitato di villaggio, presente in ogni *tabanka* (villaggio in criolo), e relativo presidente. Si trattava di cariche direttive assegnate dal partito quindi non su base elettiva. Lo stato delle cose cambia quando nel 1992, per risolvere i problemi politici e sociali del paese, diventa obbligatorio il multipartitismo. Accade che le funzioni amministrative che fino ad allora erano state svolte dai comitati del partito unico (comitati di villaggio e di sezione) vennero dichiarate illegali, creando così un vuoto di potere a livello locale. Per questo motivo furono molti a proporre un ritorno alle strutture tradizionali che nonostante tutto erano rimaste sempre presenti. Oggi i *regulos* risultano essere sempre più implicati dall'amministrazione statale come veri e propri intermediari tra il Governo e le popolazioni locali, facendosi portavoce delle misure e dei decreti legislativi promulgati dallo Stato e preoccupandosi anche che questi vengano diffusi tra la popolazione e fatti rispettare. I *regulos*, in quanto amministrano la giustizia tradizionale, arbitrano i conflitti di tipo fondiario (impiego e concessione di terre) o di altro tipo; assistono a tutte le funzioni religiose importanti di tutte le varie comunità religiose presenti nel *regulado*. Vale la pena osservare che c'è una forte corrispondenza tra la strutturazione dei *regulados* e quella delle divisioni amministrative dello stato. Si tratta di un'eredità coloniale, in quanto i Portoghesi avevano organizzato le loro divisioni amministrative a partire proprio dalle strutture territoriali di base modificandole, se necessario, per avere un maggiore e migliore controllo sul territorio.

Etnie del PNC

- Fula
- Balanta
- Tanda
- Mandinga
- Nalu
- Susso
- Jacanca
- Papel
- Altri

- Sede del Regulo
- Villaggio
- Strada del Parco
- Capo villaggio
- Comitato di gestione

Parlando della fisicità del PNC si è detto che sono stati individuati 14 *Matos Protegidos* (lett. foreste protette) e creati dei Comitati di Gestione. Il *regulo* da parte sua, provvede a collocare in ogni foresta una guardia comunitaria che nel caso di infrazione provvede a comunicare ciò che accade direttamente al *regulo*. Se la guardia contravviene alle leggi, è sostituita dal *regulo*. La presenza di queste guardie non è altro che un modo da parte del *regulo* di delegare il suo potere a persone di sua fiducia. Attualmente i *regulados* presenti nella zona del Parco, come si vede nelle Carte qui rappresentate, sono quattro: *Regulado* di Jemberem, di Cadique, di Cabedu e di Medjo. Si tratta di carte partecipative dei quattro *regulados* toccati dal Parco con le rispettive *tabankas* ed etnie, realizzate con l'aiuto della popolazione che vive nel Parco.

Fig. 3 – *I* regulados *e le etnie del PNC.*

dell'amministrazione della giustizia tradizionale, arbitrano i conflitti di tipo fondiario (impiego e concessione di terre) o di altro tipo; assistono a tutte le funzioni religiose importanti di tutte le varie comunità religiose presenti nel *regulado*. Vale la pena osservare che c'è una forte corrispondenza tra la strutturazione dei *regulados* e quella delle divisioni amministrative dello stato.

Si tratta di un'eredità coloniale, in quanto i Portoghesi avevano organizzato le loro divisioni amministrative a partire proprio dalle strutture territoriali di base modificandole, se necessario, per avere un maggiore e migliore controllo sul territorio.

La Tavola 5 riguarda l'ecoturismo, il modello che il Progetto Ecoguiné ha pensato di adottare per favorire lo sviluppo locale auto sostenibile e che fa perno su tre parole-chiave: conservazione, comunità e sostenibilità[10]. L'idea è di produrre benefici finanziari attraverso il turismo per la conservazione della natura e per le comunità locali, sensibilizzando nel contempo i turisti sull'importanza dell'ambiente e della cultura del paese ospitante. In questo modo le comunità locali hanno da un lato la possibilità di interagire direttamente con il mercato turistico internazionale e dall'altro la possibilità di conservare il proprio ambiente di vita anche grazie, o proprio grazie, al turismo. Si capisce bene, quindi, l'importanza che ha la valorizzazione conservativa delle risorse naturali se si pone in relazione con lo sviluppo locale. Il Progetto EcoGuiné con il fine, da un lato, di sostenere le popolazioni locali si è attivato nella formazione di guide ecoturistiche che fossero capaci di accogliere e guidare in maniera soddisfacente i turisti internazionali, e dall'altro di identificare e cartografare tre itinerari turistico-naturalistici. La Figura 4 riporta appunto i tre itinerari di rilevanza ecoturistica individuati con il supporto delle guide ecoturistiche: si tratta dell'itinerario del *Mato de Lautchandé*, del *Mato de Cambeque* e del *Mato de Canamina*.

Inoltre, nella Figura 4, come esempio, è riportato il dettaglio dell'itinerario del *Mato de Canamina*. Si tratta dell'itinerario meglio strutturato dal punto di vista naturalistico toccando diversi ecosistemi: della foresta, dei palmeti e delle mangrovie; esso inoltre prevede tre soste di cui due particolarmente interessanti dal punto di vista floristico. In tali soste, infatti, è possibile prendere visione del *Tagara* (*Alstonia congensis*) considerato l'albero più alto della Guinea Bissau (45 metri circa), ma anche di un bellissimo esemplare di *Polon* (*Ceiba pentandra*) ai bordi della foresta.

3.2. Territorialità africana in Brasile: "terras quilombolas" nell'isola di Marajò

Riguardo le *terras quilombolas* dell'Isola di Marajó, la Tavola 6, che apre la seconda parte dell'Atlante, costituisce un excursus storico sulla formazione e sull'evoluzione delle comunità discendenti di *quilombos* nello specifico dello Stato del Pará [11]. Dal periodo coloniale, durante il quale gli africani vengono portati dai portoghesi a lavorare come schiavi nelle piantagioni di canna da zucchero e nelle coltivazioni di riso e farina, si passa al periodo della ribellione degli schiavi che fuggendo si rifugiano nei cosiddetti *quilombos*, considerati come la maggiore espressione della resistenza alla schiavitù in Brasile. Infine, si arriva alla fine della schiavitù

---

[10] La letteratura relativa alla gestione comunitaria di progetti turistici è piuttosto vasta; a titolo di esempio si rimanda a: Poultney C., Spenceley A. (2001), *Practical strategies for pro-poor tourism, Wilderness Safaris South Africa: Rocktail Bay and Ndumu Lodge*, Pro-poor Tourism Working Papers – N. 1, CRT, IIED and ODI; Mahony K., Van Zyl J. (2001), *Practical strategies for pro-poor tourism. Case studies of Makuleke and Manyeleti tourism initiatives: South Africa*, Pro-poor Tourism Working Papers – N. 2, CRT, IIED and ODI; Nicanor N. (2001), *Practical strategies for pro-poor tourism: NACOBTA the Namibian case study*, Pro-poor Tourism Working Papers – N. 4, CRT, IIED and ODI; Williams E., White A., Spenceley A. (2001), *UCOTA – The Uganda Community Tourism Association: a comparison with NACOBTA*, Pro-poor Tourism Working Papers – N. 5, CRT, IIED and ODI. Questi e altri documenti sono reperibili online all'indirizzo: http://www.propoortourism.org.uk/.

[11] Salles V. (2005), *O negro no Pará. Sob o regime da escravidão*, IAP/Programa Raízes, Belém.

Il modello che il Progetto EcoGuiné ha pensato di adottare per uno sviluppo locale autosostenibile è proprio l'ecoturismo. Si tratta di un turismo che racchiude in sé tre parole-chiave: conservazione, comunità e sostenibilità. Ciò significa che l'ecoturismo fornisce i benefici finanziari per la conservazione della natura e per le comunità locali, e sensibilizza i turisti sull'importanza dell'ambiente e della cultura del paese ospitante. In questo modo le comunità locali hanno da un lato la possibilità di interagire direttamente con il mercato turistico internazionale e dall'altro la possibilità di conservare il proprio ambiente di vita anche grazie, o proprio grazie, al turismo. Si capisce bene, quindi, l'importanza che ha la valorizzazione conservativa delle risorse naturali se si pone in relazione con lo sviluppo locale. Quando si parla di ecoturismo necessariamente occorre far riferimento a chi fa ecoturismo. L'ecoturista è l'individuo che accetta un tipo di approccio nei confronti dell'ambiente senza avere la pretesa di modificare, adattare o stravolgere l'habitat con il quale si trova ad interagire. Tra i maggiori interessi dell'ecoturista si ritrova tutto ciò che riguarda gli aspetti naturali del territorio visitato (piante, animali, luoghi fisici spettacolari), gli aspetti culturali locali (artigianato, cucina tradizionale, usi e costumi). Il Progetto EcoGuiné con il fine, da un lato, di sostenere le popolazioni locali si è attivato nella formazione di guide ecoturistiche che fossero capaci di accogliere e guidare in maniera soddisfacente i turisti internazionali e dall'altro di identificare e cartografare tre itinerari turistico-naturalistici. Infatti la Carta qui sopra mostra proprio i tre itinerari di rilevanza ecoturistica: si tratta del *Mato de Lauchandé*, *Mato de Cambeque* e *Mato de Canamina*.

Il circuito del Mato de Canamina è di 3 km che, oltre la foresta, ha toccato anche altri ambienti quali i palmeti al bordo della foresta come mostra la Carta qui sotto e le mangrovie. Un fattore positivo di questa escursione riguarda il fatto che si tratta di un circuito, quindi l'arrivo non coincide con il punto di partenza e non si rischia di passare sullo stesso cammino del percorso dell'andata. Durante questo percorso delle tre soste effettuate, due sono state particolarmente interessanti poiché è stato possibile osservare due alberi di grossa portata: il *Tagara*, considerato l'albero più alto della Guinea Bissau (45 m. ca.) e un esemplare di *Polon* ai bordi della foresta. Per questo motivo l'escursione potrebbe essere chiamata "*Via dei grandi alberi*", considerando il fatto che si possono certamente osservare attrazioni uniche. Altre attrazioni sono state l'osservazione dei colobi bianchi e neri e le tracce di mammiferi sulla spiaggia delle mangrovie. Oltre il circuito a piedi l'escursione ha riguardato anche la visita del porto dei pescatori del villaggio di Canamina. Sulla spiaggia del porto è possibile osservare i pellicani e le aquile, osservare con dei binocoli la riva opposta del fiume Cacine. Grazie alla disponibilità della popolazione locale, è possibile farsi spiegare il ciclo di lavorazione del pesce, della sua conservazione e commercializzazione, dato che la risorsa indispensabile per la sopravvivenza degli abitanti del villaggio è proprio la pesca.

Fig. 4 – *L'ecoturismo nel PNC.*

il 13 maggio del 1888, che paradossalmente porta gli ex schiavi a ritrovarsi in situazioni di marginalità e isolamento tanto che oggi li troviamo sparpagliati nelle comunità discendenti di *quilombos*, oltre che ai margini delle grandi città, perlopiù nelle *favelas*.

La denominazione di "comunità discendenti di *quilombos*" viene sancita dalla Costituzione Federale brasiliana del 1988 che nell'art. 68 dell'Atto delle Disposizioni Costituzionali Transitorie (ADTC) stabilisce che "ai discendenti delle comunità di *quilombos* che occupano le proprie terre è riconosciuta la proprietà definitiva, previo riconoscimento da parte dello Stato dei rispettivi titoli" [12]. Il procedimento di "titolazione" delle terre è piuttosto lungo e farraginoso ma è uno strumento fondamentale per fronteggiare la continua minaccia di perdere la terra.

La Tavola 7 (interamente riprodotta nella Figura 5), mostra l'Isola di Marajó in cui ha avuto luogo la ricerca di terreno e nello specifico la localizzazione delle tredici comunità *quilombolas* situate nel municipio di Salvaterra, due delle quali, Bacabal e Bairro Alto sono state l'oggetto dello studio.

La carta del municipio di Salvaterra mette in risalto il binomio acqua-foresta che caratterizza tutta l'Isola di Marajó, e più in generale la Foresta Amazzonica. L'intricata maglia disegnata dai corsi d'acqua intaglia e frastaglia la terraferma tanto che l'Isola di Marajó si presenta come un grande arcipelago ripartito in isole e penisole sulle quali, nella vastità dei campi, ieri come oggi, pascolano bufali, buoi e cavalli e si pratica l'agricoltura e la pesca. In tale contesto, il problema della terra è particolarmente evidente, in particolare in riferimento alla titolazione. Se da una parte è la stessa Costituzione dello Stato del Pará (oltre che quella Federale brasiliana) a tutelare i discendenti di *quilombos* e la loro proprietà sulla terra che abitano; dall'altra, le comunità fronteggiano innumerevoli difficoltà e quotidiane pressioni da parte delle *fazendas* [13] confinanti. Si delineano situazioni di tensione e di conflitto tali da compromettere la sopravvivenza stessa delle comunità. Le Tavole 8 e 9 riguardano le risorse agricole di Bairro Alto e Bacabal e due focus sulle colture più importanti presso le due comunità, l'ananas e la manioca. Nella Figura 6 sono riportate la carta delle risorse agricole di Bairro Alto e i due focus.

Dalla carta sulle risorse agricole della comunità *quilombola* di Bairro Alto appare evidente come le terre coltivate in aree di pertinenza della comunità siano piuttosto ridotte, essendo infatti la maggior parte delle terre coltivate situate all'interno della Fazenda Forquilha (a nordest della comunità). Il problema maggiore per la comunità è dunque la mancanza di terre, anche in relazione al numero di abitanti. A ciò va aggiunta la mancanza di norme e consuetudini chiare. Anticamente, le terre coltivate nella *fazenda* venivano date in affitto; dal 2000 al 2003 i campi vengono prestati dal *fazendeiro* in cambio di una settimana di lavoro per la pulizia dei campi lasciati a pascolo; dal 2003 invece i contadini coltivano i campi all'interno della *fazenda* senza dover dare denaro o garantire una qualche prestazione lavorativa.

Dal punto di vista della pratica agricola, fino al 2000 le principali colture sono la manioca (port. *mandioca*) e il mais o granturco (port. *milho*). Il mais è destinato principalmente all'alimentazione degli animali da allevamento domestico, mentre la manioca è considerata la coltura basilare dell'alimentazione della comunità. Dal 2000, poi, grazie ad un finanziamento, la comunità di Bairro Alto ha introdotto la coltura dell'ananas (port. *abacaxi*) che solo in piccolissima parte resta alla comunità essendo destinata alla commercializzazione nei mercati di Bélem, Castanhal e in piccola parte di Soure. Sui grandi campi di manioca e ananas, infine, piccoli fazzoletti di terreno vengono destinati alla coltivazione di ortaggi e riso.

---

[12] Andrade L., Treccani G. (2000) *Terras de quilombo*, "Direito Ágrario Brasileiro: em homenagem á memoria de Fernando Pereira Sodeio", LTR Editora, pp. 595-98.

[13] Le *fazendas* sono delle grandi aziende agricole, anche se spesso sono più aziende capitalistiche (zucchero, caffè, cotone) che latifondi in senso proprio.

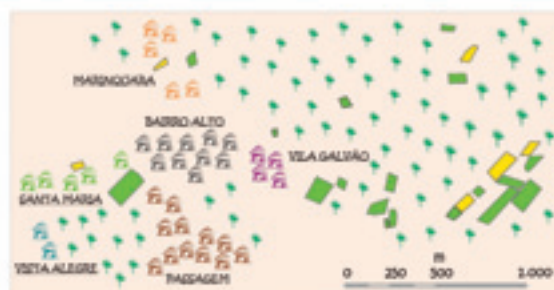
Terras quilombolas dell'Isola di Marajó

Tra il XVIII e il XIX sec. l'Isola di Marajó (Carta qui a sinistra) si caratterizza proprio come regione della pastorizia con una popolazione piuttosto scarsa. Alla fine del '700 si contano 153 *fazendas* di allevamento di bestiame (bue e bufalo) e cavalli; nel 1803 si arriva a 226 *fazendas* con una popolazione isolana di 8.708 abitanti nel 1816. Le aree più popolate sono Cachoeria do Arari (3.450 ab.), Muaná (3.524 ab.) e Monsaras. L'arcipelago marajoara, però, non è solo campo e *fazenda* ma si caratterizza anche per l'estrazione, la raccolta di droghe dalla foresta, per la pesca e l'agricoltura (cacao, riso, mais, cotone, caffè, manioca, canna da zucchero). È proprio grazie alla canna da zucchero che l'isola diventa uno dei maggiori centri di produzione di zucchero dello Stato del Grão-Pará e Maranhão. L'isola, verso la metà del XIX sec., vive fasi assai travagliate a partire dalla disperazione dei *fazendeiros* che decidono di abbandonare le *fazendas* insieme ai loro schiavi e di dirigersi verso i seringais (boschi di alberi della gomma). La crisi affonda le sue radici nel secolo precedente durante il quale c'è un intensificarsi del numero dei *mocambos* che causano la perdita di schiavi per fuga o morte e numerosi saccheggi, oltre che spese da sostenere per perseguire gli schiavi. I *mocambos* si formano soprattutto nei pressi delle *fazendas*, presso Joanes, Soure, Caviana, Mexiana, Arari e Chaves e la loro vita sociale ed economica si riduce all'interno del sito che abitano circondato dalle *fazendas* di allevamento di bestiame.

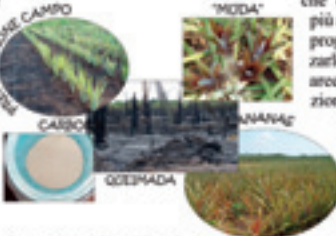
Il municipio di Salvaterra, quello di minore estensione di tutta l'isola (804 kmq), con una popolazione di 14.615 ab. (censimento 2002), ha oggi 13 comunità quilombolas auto-riconosciute come discendenti di *quilombos* e altre sono in fase di riconoscimento. Studi storici e antropologici condotti nelle comunità di Salvaterra dicono che il primo *mocambo* sia quello di Mangueira che rappresenta l'origine delle popolazioni negre di questa regione meridionale dell'Isola di Marajó. Nella Carta qui sotto si trovano localizzate le 12 comunità discendenti di *quilombos* all'interno del municipio di Salvaterra, due delle quali, Bacabal e Bairro Alto, sono i casi di studio di cui si parla nelle tavole che seguono. La carta mette in rilievo un aspetto fondamentale che è il binomio acqua-foresta che caratterizza tutta l'Isola di Marajó e quindi tutta la Foresta Amazzonica. Si vede come nel municipio di Salvaterra, la terra sia tagliata dall'intricata maglia che disegnano i fiumi; questi ultimi fanno sì che l'Isola di Marajó sia un grande arcipelago ripartito in isole e penisole che bagnano e fertilizzano la terra. L'arcipelago marajoara, anche oggi come nel periodo coloniale, si caratterizza sia per la vastità dei campi dove pascolano bufali, buoi e cavalli che per l'agricoltura e la pesca a cui si dedicano le popolazioni rurali. Nel municipio di Salvaterra torna quello di cui si è parlato precedentemente, cioè che il problema fondamentale delle comunità discendenti di *quilombos* è la terra e quindi la titolazione della terra. La terra è e deve essere la priorità per due ragioni: la prima è che, come si è visto, è la stessa Costituzione Federale brasiliana e Statuale dello Stato del Pará che tutela i discendenti di *quilombos* e il loro possesso sulla terra che abitano; la seconda riguarda la difficoltà e le pressioni che queste comunità vivono quotidianamente da parte delle *fazendas* confinanti. Si tratta di situazioni di tensione e spesso conflittuali che se non risolte in maniera adeguata, possono portare conseguenze gravi per le popolazioni di questa regione.

Limite municipale
Fiume
Strada
Città
Comunità quilombola

Fig. 5 – Terras quilombolas *dell'isola di Marajò.*

Le risorse agricole di Bairro Alto

Come mostra la Carta qui a sinistra, le terre coltivate in aree di pertinenza di **Bairro Alto** sono pochissime: infatti la maggior parte delle terre sono coltivate all'interno maggior della Fazenda Forquilha (a nordest della comunità). Ciò significa che il problema riscontrato è la mancanza delle terre da coltivare. Inoltre rispetto alla quantità di persone che abitano la comunità, i campi messi a coltura sono davvero irrisori, il che comporta delle difficoltà notevoli per la riproduzione fisica e sociale della comunità. Le terre coltivate nella *fazenda* anticamente erano affittate ma dal 2000 circa i campi sono prestati e in cambio il padrone della *fazenda* chiede ad ogni agricoltore una settimana di pulizia dei campi messi a pascolo. Dal 2003 invece i contadini coltivano i campi senza dover dare denaro o prestazione lavorativa in cambio al padrone della *fazenda*. Fino al 2000 le colture maggiormente lavorate sono la **manioca** (port. *mandioca*) e il mais o granturco (port. *milho*). Il mais è piantato non tanto per il fabbisogno della comunità, ma per l'alimentazione degli animali da allevamento domestico, mentre dall'altro canto la *manioca* è considerata una coltura basilare, se non principale, per l'alimentazione della comunità. Dal 2000, grazie ad un finanziamento, la comunità di Bairro Alto ha iniziato a piantare l'**ananas** (port. *abacaxi*) che a differenza della manioca, solo in piccola parte resta alla comunità, il più viene commercializzato a Bélem, Castanhal e in minima quantità a Soure. Sui campi coltivati a manioca e ananas si lasciano piccoli fazzoletti di terreno per coltivare ortaggi, mais e riso.

L'ananas

La coltivazione di questo frutto prevede un completo disboscamento del terreno interessato e quindi una notevole diminuzione della disponibilità di foresta. L'agricoltore non avendo a disposizione macchinari agricoli brucia la parte che deve essere piantata, chiamata *roça* (terreno disboscato coltivato per uno o più anni e poi abbandonato). Le *queimadas* sono proprio gli incendi provocati di proposito sia per liberare il terreno dalla vegetazione tropicale che per fertilizzarlo. In realtà però, pregiudicano la fertilità del suolo, distruggono vaste aree di vegetazione spontanea, e contemporaneamente impediscono la nidificazione degli uccelli che sono un fattore determinante per la scomparsa di elementi dannosi di ogni tipo. Inoltre l'**ananas** ha bisogno di fertilizzanti (*adubos*) se si vuole raccogliere un buon frutto anche se di media grandezza. Per riuscire a far tornare la vegetazione come era al momento del taglio ci vogliono dagli otto ai dieci anni minimo fino ad un massimo di quindici anni. Le foto qui sopra mostrano le fasi della messa a coltura dell'ananas (*queimada*, fertilizzante - ossia il carboneto -, fiore della pianta, *muda* - usata per le coltivazioni successive).

La manioca

L'utilizzo della **manioca** (*Manihot esculenta Crantz.*) si deve agli indios ma diviene la base del regime alimentare brasiliano soprattutto durante la colonizzazione, riuscendo così a mettere in secondo piano la coltivazione del grano. Le comunità *quilombolas* ancora oggi mantengono la stessa tecnica di fabbricazione: la messa a coltura avviene tra dicembre e gennaio, al massimo febbraio, mentre la raccolta del tubero avviene dall'ottavo al nono mese anche fino a un anno; una volta raccolto il tubero, si procede all'eliminazione della buccia scura dopo che si è ammorbidita nell'acqua e quello che ne rimane viene di nuovo messo a mollo in acqua per qualche giorno. Dopo che si è ammorbidita, la manioca viene macinata o triturata e la pasta lasciata scolare per bene. Quando l'acqua della manioca, detta *tucupi*, cessa di scolare, si toglie la massa amidacea e la si colloca o al sole o in dei recipienti in legno foderati con dei sacchi da farina. Una volta che la massa si è asciugata viene collocata nel forno e se ne ricava una farina giallognola grossa, costituita da pallottoline dure difficili da masticare. Sul fondo dei recipienti che contengono l'acqua della manioca, il *tucupi* appunto, si deposita una specie di sostanza bianca gommosa, detta *tapioca*. Le immagini illustrano bene le fasi di lavorazione della manioca. La pianta della manioca quando viene coltivata preferisce attorno a sé la boscaglia poiché è una pianta che si sviluppa in altezza e necessita di un po' di ombra per crescere. Laddove si pianta la manioca, il *mato* nel giro di 3-4 anni ritorna come era inizialmente; infatti il periodo di messa a riposo del campo è intorno ai 5-6 anni al massimo. Intervistando gli agricoltori o parlando con le donne che si occupano della cucina viene fuori che la manioca è importante sicuramente perché è alla base della loro alimentazione ma anche perché della manioca può essere sfruttato tutto, dalla pianta al tubero.

Fig. 6 – *Le risorse agricole di Bairro Alto.*

Le risorse simboliche di Bairro Alto e Bacabal

Le risorse simboliche individuate nelle comunità di Bairro Alto e Bacabal non sono tanto legate alla sacralità ma hanno un forte connotato simbolico nel senso che sono legati alla memoria storica delle comunità che prende forma territoriale nei designatori. Si tratta di nomi di luoghi che racchiudono l'archivio culturale delle società e sono quindi la base sulla quale si fonda l'identità di un corpo sociale. Le prime due risorse sono legate ad elementi antropici che sono il *Cemitério de Santa Rosa* (Cimitero di Santa Rosa, che si trova tra le comunità di Bairro Alto e Bacabal) e il *Cemitério antigo* (Cimitero antico). Il primo designatore si riferisce all'attuale cimitero usato dalle comunità di Bairro Alto, Bacabal e Pau Furado e che si trova vicino a quest'ultimo. Sono molte le persone provenienti da queste tre comunità che il 2 Novembre, il giorno di commemorazione dei morti, si recano in questo cimitero. Portano con loro lumini collocati tutti intorno alle sepolture dei loro parenti defunti; poi affinché i lumini non si spengano, vengono disposte delle foglie molto grandi prese nella foresta che hanno la funzione di copertura. Il secondo designatore fa riferimento ad un cimitero antico che si trova nella Fazenda di São Macário in cui sono seppelliti i bisnonni delle persone più anziane della comunità. Non è più usato da quando lo Stato ha venduto la terra ad un *fazendeiro* ma ancora oggi i più anziani delle due comunità ricordano perfettamente dove è situato ed è tra l'altro perfettamente individuabile grazie alla presenza di pietre che marcano le sepolture, come si vede bene dalle foto qui riportate.

CIMITERO ANTICO

CIMITERO SANTA ROSA

L'analisi delle risorse simboliche presenti sul territorio mostra che gli abitanti delle due comunità considerano saperi simbolici quei luoghi che conservano sicuramente una memoria collettiva ma che soprattutto rappresentano la memoria dell'estensione del territorio occupato dalle comunità originariamente. Infatti la maggior parte delle risorse simboliche si collocano all'interno delle *fazendas* circostanti le due comunità. Si tratta di luoghi, come la *Mangueira da Inacia*, che erano abitati precedentemente da persone della comunità oppure erano siti usati dalle comunità per specifiche pratiche (vedi il *Cemitério antigo*) e che ora non possono più utilizzare per la forte pressione subita dalle *fazendas* che hanno invaso il loro territorio. Invece alcuni designatori simbolici sono legati alla vegetazione: si tratta della *Mangueira da Inacia* (si trova nella Fazenda Forquilha e significa letteralmente Mango di Inacia) e del *Bacurizão* (si trova nella Fazenda dell'EMBRAPA - *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*). La *Mangueira da Inacia* è una parte di terra che pur trovandosi nella Fazenda Forquilha, in realtà fa parte della comunità di Bairro Alto, o meglio del sito Passagem. Si tratta di una foresta di alberi di mango dove, secondo i ricordi del Signor Zeferino Gonçalves da Silva detto Zampa, abitava una sua zia dal nome appunto Inacia. Mentre il *Bacurizão* è una grande estensione di foresta che si trova nella Fazenda dell'EMBRAPA, al cui interno ci sono diversi alberi di *Bacurizeiro* (*Platonia insignis ant.*), ognuno dei quali ha un nome ben preciso secondo le indicazioni date dagli abitanti della comunità. Nel disegno qui sopra, realizzato dal Signor Wilson Marinho dos Santos detto Neco, il quale ha lavorato una vita all'interno di quest'area che precedentemente apparteneva al Ministero dell'Agricoltura, si nota come all'entrata della foresta il primo albero di *bacurí* porta il suo soprannome cioè Bacuri Neco. Un altro designatore simbolico è il *Poço da Nação*: si tratta di un grande pozzo che si trova nella Fazenda São Macário che serve per l'abbeveraggio del bestiame e che è stato realizzato dal nonno dell'intervistato (il Signor Francisco della comunità di Bacabal) che era uno schiavo indios.

BACURIZÃO

POÇO DA NAÇÃO

Fig. 7 – *Le risorse simboliche di Bairro Alto e Bacabal.*

Nel focus sull'ananas (*Ananas comosus*) sono messe in evidenza le fasi della coltura: *queimada* [14], carboneto (fertilizzazione), fioritura, muda (usata per le coltivazioni successive). La coltivazione dell'ananas prevede un completo disboscamento del terreno ottenuto attraverso l'utilizzo del fuoco sul terreno da mettere a coltura chiamato *roça* [15].

Per quanto riguarda il focus sulla manioca (*Manihot esculenta Crantz.*), le foto riportate nella Figura 6 illustrano le fasi di lavorazione del tubero per la produzione della farina.

Dalla Tavola 10, centrata sulle risorse alieutiche, cinegetiche e forestali di Bairro Alto e Bacabal indispensabili alla sopravvivenza delle due comunità, si passa alla Tavola 11 che riguarda le risorse simboliche individuate e cartografate presso le due comunità (Figura 7). Si tratta di risorse legate non tanto alla sfera della sacralità [16], quanto piuttosto alla sfera storica. Esse, infatti, rinviano alla memoria storica delle comunità che prende forma territoriale nei designatori. Si tratta di nomi di luoghi che racchiudono l'archivio culturale delle società sul quale si fonda l'identità del corpo sociale [17]. L'analisi delle risorse simboliche presenti sul territorio mette in evidenza che gli abitanti delle due comunità investono di connotazione simbolica sicuramente quei luoghi che conservano una memoria collettiva ma che soprattutto conservano la memoria dell'estensione territoriale occupata dalle comunità originariamente. Infatti la maggior parte delle risorse simboliche si collocano all'interno delle *fazendas* circostanti le due comunità (es.: la *Mangueira da Inacia* e il *Cemitério antigo*).

Due risorse sono in particolare legate ad elementi antropici, ossia il *Cemitério de Santa Rosa* (Cimitero di Santa Rosa, che si trova tra le comunità di Bairro Alto e Bacabal) e il *Cemitério antigo* (Cimitero antico). Il primo designatore si riferisce all'attuale cimitero usato dalle comunità di Bairro Alto, Bacabal e Pau Furado, nei pressi di quest'ultimo. Il secondo designatore fa riferimento ad un antico cimitero situato nella Fazenda di São Macário in cui sono seppelliti i bisnonni degli abitanti più anziani della comunità. Di quest'ultimo cimitero è stato impedito l'uso a seguito della vendita da parte dello Stato della terra ad un *fazendeiro*. Ancora oggi, comunque, i più anziani conservano perfettamente la memoria e ancora oggi il cimitero è facilmente individuabile per la presenza di pietre che marcano le sepolture, come illustrato dalle foto in Figura 7.

Altri designatori simbolici, poi, sono legati alla vegetazione come *Mangueira da Inacia* (nella Fazenda Forquilha ma facente parte della comunità di Bairro Alto) che fa riferimento ad un boschetto di manghi dove abitava la zia – di nome Inacia – di uno degli anziani della comunità; e *Bacurizão* (nella Fazenda dell'EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) che fa riferimento ad una grande estensione forestale al cui interno diversi alberi di *Bacurizeiro* (*Platonia insignis ant.*) è identificato con un nome ben preciso secondo le indicazioni date dagli abitanti della comunità.

Un altro designatore simbolico è *Poço da Nação*: si tratta di un grande pozzo realizzato da uno schiavo indios – nonno di un anziano della comunità di Bacabal –, localizzato nella Fazenda São Macário e ancora utilizzato per l'abbeveraggio del bestiame.

La Tavola 12, infine, tratta delle dinamiche territoriali delle due comunità *quilombolas* nel contesto territoriale generale, specialmente in relazione alle *fazendas* che con esse confinano (Figura 8).

---

[14] Le *queimadas* sono gli incendi provocati di proposito sia per liberare il terreno dalla vegetazione tropicale che per fertilizzarlo. In realtà però, pregiudicano la fertilità del suolo, distruggono vaste aree di vegetazione spontanea, e contemporaneamente impediscono la nidificazione degli uccelli che sono un fattore determinante per la scomparsa di elementi dannosi di ogni tipo.

[15] La *roça* è il terreno disboscato coltivato per uno o più anni e poi abbandonato.

[16] Turco A. (1999), *op. cit.*, VI.

[17] Turco A. (2004) Mythos *e* techne*: la funzione interculturale del territorio in Africa subsahariana*, "Boll. Soc. Geogr. Ital.", Roma, IX , pp. 601-616.

Dinamiche territoriali e giurisdizione

Nei diversi incontri che ci sono stati con le comunità *quilombolas* di Bairro Alto e Bacabal, alla domanda su quale sia il maggior problema che riscontrano nel loro territorio, gli abitanti rispondono puntualmente che è la mancanza di terra. Questo dipende dal fatto che nella maggioranza dei casi i *fazendeiros* hanno occupato aree che sono di pertinenza delle comunità *quilombolas* sin dal 1850. In effetti, osservando la Carta qui a sinistra, appare subito evidente come le due comunità siano impossibilitate a praticare qualsiasi tipo di attività (caccia, pesca, agricoltura, raccolta dei prodotti dalla foresta), a causa delle continue e pressanti pressioni subite dalle *fazendas* confinanti. La Fazenda Forquilha confina con Bairro Alto dalla parte sud-sudest; São Macário confina con Bacabal dalla parte nord-nordovest, mentre l'EMBRAPA confina con Bairro Alto dalla parte nordest. Il motivo per cui la terra ha così tanta importanza per queste comunità lo si può evincere dal fatto che se la terra viene tolta, la pesca interdetta in alcune zone così come la caccia nelle foreste, si capisce bene che queste comunità rischiano di vedere intaccata la possibilità stessa di essere al mondo. Tra le maggiori tensioni rilevate nelle comunità studiate, ci sono l'interdizione a transitare in sentieri che collegano un villaggio ad un altro e che passano all'interno della *fazenda*; infatti per impedire che ciò avvenga sono state collocate recinzioni e portali. C'è anche la presenza di uomini armati che minacciano i *quilombolas*; sono proprio gli impiegati della Fazenda São Macário che esibiscono le loro armi spaventando gli abitanti di Bacabal. Inoltre la Fazenda São Macário non ha neanche più permesso l'utilizzo del cimitero da parte delle comunità di Bairro Alto e Bacabal, che sono state costrette a spostare il cimitero in altro luogo. Come si è visto nell'insediamento di Valentim, accade che i bufali di proprietà dei *fazendeiros* invadono i campi coltivati e li distruggono. Nel caso di Valentim la Fazenda EMBRAPA non consente di coltivare i campi e nemmeno di utilizzare il porto di imbarco che fino all'arrivo dell'EMBRAPA è stato sempre utilizzato. In riferimento al diritto espresso dalle comunità *quilombolas* e a quello rivendicato dai *fazendeiros*, Luis Cardoso mette bene in luce le due posizioni. Da una parte gli abitanti delle comunità *quilombolas* invadono le *fazendas* per praticare la caccia o per raccogliere i frutti nella foresta, ma nella loro prospettiva ciò non viene visto come un furto ma come il modo attraverso il quale assicurare la sopravvivenza della comunità. Dall'altro canto i *fazendeiros* si riconoscono il diritto alla proprietà privata e quindi considerano come inviolabile la terra di loro proprietà. Quindi le tensioni che si vengono a creare non sono altro che lo scontro tra logiche sociali diverse, nelle quali i *fazendeiros* si appellano all'ordine giuridico dello Stato come se fosse l'unico esistente e non prendono in considerazione gli ordini giuridici dei gruppi minoritari come i *quilombolas*. Questa situazione assume un'altra faccia quando l'art. 68 della Cost. Federale del 1998 dà la possibilità alle comunità *quilombolas* di riappropriarsi delle terre che gli sono state espropriate nell'arco dei decenni. In questo modo la legalità rappresentata dallo Stato acquisisce e riconosce la legittimità delle comunità *quilombolas*. Se le tensioni che si generano tra *quilombolas* e *fazendeiros* dipendono dal possesso della terra e se l'art. 68 riconosce e quindi restituisce alle comunità *quilombolas* le terre che da sempre sono appartenute ai loro antenati in quanto discendenti di *quilombos*, il problema sembrerebbe risolto. In realtà i gruppi sociali più forti negano l'esistenza delle rivendicazioni dei gruppi *quilombolas*. Quindi si capisce come la lotta dei gruppi *quilombolas* va aldilà della riappropriazione dei territori perduti, è una lotta che serve a garantire la riproduzione fisica e socioculturale del gruppo nel presente ma soprattutto nel futuro.

PORTALE FAZENDA SÃO MACÁRIO

Fazenda São Macário
Abitazione
Luogo di culto
Recinto della fazenda

FAZENDA SÃO MACÁRIO
0 25 50 100 m 150 200 250
SITO DI BACABAL

RECINZIONI FAZENDA FORQUILHA

Fig. 8 – *Dinamiche territoriali e giurisdizione.*

Nei vari incontri effettuati con le comunità *quilombolas* di Bairro Alto e Bacabal, la mancanza di terra emerge sempre come il principale problema. In effetti se si osserva la carta in alto a sinistra riportata nella Figura 8, appare evidente come le due comunità siano impossibilitate a praticare qualsiasi tipo di attività a causa delle continue e pressanti pressioni subite dalle *fazendas* confinanti.

La Fazenda Forquilha confina a sud-sudest con Bairro Alto; São Macário confina con Bacabal dalla parte nord-nordovest, mentre l'EMBRAPA confina con Bairro Alto a nordest. Il motivo per cui la terra ha così tanta importanza per queste comunità lo si può evincere dal fatto che se la terra viene tolta, la pesca interdetta in alcune zone così come la caccia nelle foreste, si capisce bene che queste comunità rischiano di vedere intaccata la possibilità stessa di essere al mondo.

In riferimento al diritto espresso dalle comunità *quilombolas* e a quello rivendicato dai *fazendeiros*, Luís Cardoso mette bene in luce le due posizioni [18]. Da una parte gli abitanti delle comunità *quilombolas* invadono le *fazendas* per praticare la caccia o per raccogliere i frutti nella foresta, ma nella loro prospettiva ciò non viene visto come un furto ma come il modo attraverso il quale assicurare la sopravvivenza della comunità. Dall'altro canto i *fazendeiros* si riconoscono il diritto alla proprietà privata e quindi considerano come inviolabile la terra di loro proprietà. Quindi le tensioni che si vengono a creare non sono altro che lo scontro tra logiche sociali diverse, nel quale i *fazendeiros* si appellano all'ordine giuridico dello Stato come l'unico esistente senza prendere in considerazione gli ordini giuridici dei gruppi minoritari come quelli *quilombolas*. La situazione però muta quando l'art. 68 della Costituzione Federale brasiliana del 1998 dà la possibilità alle comunità *quilombolas* di riappropriarsi delle terre perse nell'arco dei decenni. In questo modo la legalità rappresentata dallo Stato acquisisce e riconosce la legittimità delle comunità *quilombolas*.

Se le tensioni che si generano tra *quilombolas* e *fazendeiros* ruotano sul possesso della terra e se l'art. 68 riconosce e quindi restituisce alle comunità *quilombolas* le terre che sono appartenute ai loro antenati in quanto discendenti di *quilombos*, il problema sembrerebbe risolto. In realtà i gruppi sociali più forti negano la fondatezza delle rivendicazioni dei gruppi *quilombolas* compromettendo, non tanto il riconoscimento di un diritto sulla terra, quanto la stessa possibilità di sopravvivenza di interi gruppi umani.

4. Conclusione

Attraverso gli esempi di carte e tavole dell'*Atlante dello sviluppo locale in Guinea Bissau e Brasile* riportati nel testo, si è tentato di mettere in evidenza il ruolo della cartografia per lo sviluppo locale, a partire dalla ricerca di terreno sulle competenze delle popolazioni insediate. Così, nel caso del PNC si è visto come il lavoro di raccolta e tematizzazione dei dati sia stato finalizzato alla problematica della valorizzazione conservativa attraverso l'ecoturismo. Al di là della catalogazione e rappresentazione delle risorse naturali ciò su cui maggiormente la ricerca di terreno si è concentrata, seppure tra innumerevoli difficoltà, è stato portare alla luce le connotazioni simboliche e organizzative più profonde ancorate sia su componenti della naturalità che su componenti antropiche e storiche. Come per esempio è stato messo in evidenza in relazione alle risorse idriche sulle quali si strutturano valori che rinviano alla sfera sociale e politica; o come nel caso delle strutture territoriali dei *regulados* sulle quali si gioca la possibilità di ancorare lo sviluppo a dinamiche endogene. L'obiettivo in sostanza è quello di pervenire alla valorizzazione conservativa delle risorse così come percepite e governate dalle popolazioni stesse e in funzione di finalizzare i benefici economici del turismo alla auto riproduzione sostenibile delle comunità. Grazie al turismo sostenibile e ad una delle sue forme, l'ecoturismo, infatti la ricchezza che esso produce non va a vantaggio di una élite ri-

[18] Cardoso e Cardoso L.F. (2008), *A constituição local: direito e território na comunidade de Bairro Alto, na Ilha d Marajó – Pará*, Tese de Pós-Graduação, Florianopolis, pp. 204-205.

stretta di individui ma coinvolge un ampio ventaglio di attori dai tour operator alle organizzazioni locali, dallo Stato alle popolazioni locali. In tale prospettiva, l'ecoturismo rappresenta l'attività più pertinente per soddisfare i bisogni della popolazione locale e allo stesso tempo proteggere e valorizzare l'ambiente.

Mentre nel caso delle due comunità *quilombolas* dell'Isola di Marajó, il lavoro è ruotato sul problema della terra e sui conflitti che intorno ad essa si definiscono e che rischiano di compromettere la sopravvivenza stessa delle comunità. Ciò che emerge, infatti, è quanto sia arduo valorizzare e conservare le risorse se di esse è quotidianamente messo in discussione da parte di gruppi sociali forti, la possibilità all'accesso e quindi l'utilizzo. Infatti i *fazendeiros* nel corso degli anni hanno invaso terre da sempre di appartenenza delle comunità *quilombolas* e hanno impedito, con azioni diverse, l'accesso alle risorse agricole, forestali, alieutiche, cinegetiche e simboliche. Ciò che sia il Governo che alcune organizzazioni non governative tentano di fare è di creare le condizioni affinché le comunità locali possano difendersi e far valere i propri diritti. Oggi il modo in cui ciò è possibile, grazie a leggi federali e statali, è avere la titolazione delle terre appartenute agli antenati. La titolazione della terra, infatti, porta alla riappropriazione da parte delle comunità *quilombolas* di tutto quel territorio che ingiustamente nel corso dei decenni è stato tolto loro.

Tramite ricerche di terreno di questo tipo e soprattutto grazie alla cartografia topica è possibile denunciare la situazione nella quale vertono queste comunità e allo stesso tempo dare voce alla popolazione locale. Infatti la cartografia topica è uno strumento fondamentale per recuperare e trasmettere la competenza topica, che difficilmente troverebbe un modo altrettanto immediato e fruibile per essere trasmessa. In tal senso la cartografia può diventare uno degli strumenti per l'avvio di azioni di *empowerment* affinché le comunità arrivino a riconoscersi come discendenti di *quilombos* e quindi abbiano la possibilità di dichiararsi proprietari della terra dei loro antenati. Solo in questo modo si può assicurare un futuro e quindi uno sviluppo a queste comunità. È proprio anche su questo aspetto della cartografia come strumento di *empowerment* delle comunità locali e delle loro competenze che possono orientarsi le politiche di sviluppo locale.

5. Bibliografia

Acevedo Marin R.E., Ramos De Castro E.M. (1999) *Mobilização politica de comunidades negras rurais. Domínio de um conhecimento praxiológico*, "Novos cadernos", NAEA/UFPA, 2, 2.

Acevedo Marin R.E. (2005), *Terras de Herança de Barro Alto entre a "fazenda da EMBRAPA e a fazenda do Americano"*, UFPA/NAEA.

Acevedo Marin R.E. (2004) *Ilha de Marajó e exsistência de um campesinato negro*, "Quilombolas do Pará", CD-ROM, NAEA/UFPA.

Acevedo Marin R.E. (2005) *Les enjeux du développement local des communautés noires du Bas Acara, Para, Brésil*, "Hégoa", 25.

Andrade L., Treccani G. (2000) *Terras de quilombo*, "Direito Ágrario Brasileiro: em homenagem á memoria de Fernando Pereira Sodeio", LTR Editora.

Bignante E., Calandra L.M. (2010), "Cooperazioni, saperi, cartografie per la *governance* ambientale e lo sviluppo locale in Africa", in: Turco A. (a cura), *Governance ambientale e sviluppo locale in Africa. Cooperazioni, saperi, cartografie*, FrancoAngeli, Milano.

Boletim informativo NUER (2005), *Territórios Quilombolas: reconhecimento e titulação das terras*, NUER/UFSC, 2, 2, Florianópolis.

Brito Rocha B. (2007), *Estudo das potencialídades e dos constrangimentos do ecoturísmo na Região de Tombalí*, Projecto U'Anan – Construir o Desenvolvimento Comunitário Sustentável na Região de Tombali: Ecoturismo e Cidadania, IMVF/AD.

CALANDRA L.M. (2002) "La cultura del progetto: il paesaggio come unità di pianificazione territoriale in Europa", in: Turco A. (a cura), *Paesaggio: pratiche, linguaggi, mondi*, Diabasis, Reggio Emilia.

CALANDRA L.M. (2010) *Natura, territorio e ambiente nel discorso paesistico: il ruolo della cartografia negli strumenti di pianificazione*, "Bollettino A.I.C.", 136.

CALANDRA L.M., TURCO A. (a cura) (2007), *Atlante del turismo sostenibile in Africa*, FrancoAngeli, Milano.

CARDOSO E CARDOSO L.F. (2008), *A constituição local: direito e território na comunidade de Bairro Alto, na Ilha de Marajó – Pará*, Tese de Pós-Graduação, Florianopolis.

CHALÁ A. (2003), *People of african descent in South America*, Commission on human rights.

FAGGI P. E TURCO A. (A CURA) (2001), *Conflitti ambientali. Genesi sviluppo gestione*, Unicopli, Milano.

FIGUEIREDO A.N., VERGOLINO HENRY A. (1990), *A presença africana na Amazônia colonial: uma notícia histórica*, Arquivo Público do Pará, Belém, Vol. 1.

FREYRE G. (1965), *Padroni e schiavi. La formazione della famiglia brasiliana in regime di economia patriarcale*, Giulio Einaudi ed., Torino.

GHIURGHI A. (2008), *Projet EcoGuiné – Volet formation des écoguides et sélection des itinéraires*, Rapport de Mission.

GOMES, DOS, F.S. (2005), *A hidra e os pântanos. Mocambos, quilombos e comunidades de fugitivos no Brasil (séculos XVII-XIX)*, Ed. UNESP/Ed. Polis, São Paulo.

HOLLANDA, DE, S.B. (2000), *Radici del Brasile*, Giunti Gruppo Editoriale, Firenze.

LEITÃO L. (2006) *Direitos humanos são luxo em quilombos marajoaras. Fios eletrificados impedem coleta de frutos e pesca. Búfalo estraga tudo*, "Ciência Amazônia", Publicação Especial da SBPC, Belém/PA, 1, 9.

LIBBY D.C., PAIVA E.F. (2005), *A escravidão no Brasil. Relações sociais, acordos e conflitos*, Editôra Moderna Ltda., São Paulo.

MIRANDA NETO, DE, M.J. (1976), *Marajó. Desafio da Amazônia*, Distribuidora Record, Rio de Janeiro/São Paulo.

Nova cartografia social da Amazônia (2006), *Quilombolas da ilha de Marajó*, Fascículo 7, Belém.

SALLES V. (2005), *O negro no Pará. Sob o regime da escravidão*, IAP/Programa Raízes, Belém.

TRECCANI G.D. (2006), *Terras de Quilombo. Caminhos e entraves do processo de titulação*, G.D.

Treccani, Belém.

TURCO A. (1988), *Verso una teoria geografica della complessità*, Unicopli, Milano.

TURCO A. (1999), *Terra eburnea. Il mito, il luogo, la storia in Africa*, Unicopli, Milano.

TURCO A. (2002), *Africa subsahariana: cultura, società, territorio*, Unicopli, Milano.

TURCO A. (2004) *Mythos and techne: an essay on the intercultural function of territory in Subsaharan geography*, "GeoJournal", 3.

TURCO A. (2005) *Problématique du sujet et compétence topique: regards sur et depuis l'Afrique subsaharienne*, "Hégoa", 25.

TURCO A. (2008), *Governance, culture, sviluppo. Cooperazione ambientale in Africa Occidentale*, FrancoAngeli, Milano.

TURCO A. (2010), *Configurazioni della territorialità*, FrancoAngeli, Milano.

ANALISI METRICA DI CARTOGRAFIA ANTICA IN AMBIENTE DIGITALE

METRIC ANALISYS OF ANCIENT CARTOGRAPHY IN A DIGITAL ENVIRONMENT

Giorgia Gatta*

Riassunto
I documenti cartografici storici entrano spesso in applicazioni a carattere multidisciplinare quale strumenti essenziali per lo studio delle dinamiche territoriali o degli assetti urbani nel tempo. Risulta quindi indispensabile comprendere la qualità metrica di tali documenti, per conoscere quanto affidabile sia l'informazione in essi contenuta. A tale scopo possono dare una risposta i moderni strumenti della Geomatica, in quanto consentono il "recupero digitale" della cartografia storica, mediante acquisizione, analisi metrica e varie ulteriori elaborazioni in ambiente digitale.
Nell'articolo[1] viene preso in esame il processo di analisi metrica, evidenziando mediante diagramma di flusso lo svolgimento delle sue tre fasi principali. Una volta appurato il livello di qualità metrica da attribuire alla carta, è possibile, mediante un processo di georeferenziazione, assegnare nuovamente un contenuto metrico alla carta storica digitalizzata, e aprire in tal modo un ampio spettro di analisi ulteriori, anche in altri campi d'indagine.

Abstract
Historical cartographic documents are often part of interdisciplinary applications, being essential instruments to study territorial dynamics or urban development. Therefore, there is the need to assess the metric quality of these documents and to understand the level of reliability of the information they record. The modern geomatic instruments can help, allowing a "digital recovery" of ancient cartography, by means of acquisition, metric analysis, and other digital elaborations.
In the paper the metric analysis process is taken into account; three basic steps are highlighted by means of flow chart. Once assessed the metric quality level of the map, a georeferencing step can give a metric content to the digitalized historical map. On this basis, many other kinds of analysis are allowed.

Parola chiave: cartografia storica, recupero metrico, georeferenziazione, analisi delle deformazioni.

1. Introduzione

La cartografia, nata oltre 4000 anni fa come espressione artistica ancor prima che scienza, nel tempo ha subito un'evoluzione che ha riflesso quella culturale e sociale dell'uomo: «più ancora che immagine

* DICAM (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali) - Università di Bologna - Viale Risorgimento 2, 40136 Bologna - giorgia.gatta@unibo.it

[1] Articolo estratto dalla tesi di Dottorato di Gatta, 2010.

del mondo, la “carta” è un’immagine dell’immagine che del mondo ha un individuo, un’epoca storica o una particolare società» (Sgambati et al., 2006). Il patrimonio cartografico antico (costituito non solo da carte, ma anche da atlanti geografici, planisferi, mappamondi) giunto fino a noi e oggi conservato presso numerose istituzioni e singoli privati in tutto il mondo, è dunque davvero immenso.

Il patrimonio cartografico storico possiede dunque uno straordinario valore storico, artistico e documentario, che lo fa rientrare a pieno diritto nella classe dei Beni Culturali storici. Tuttavia tale patrimonio spesso non viene ritenuto alla stregua di classiche opere d’arte, pittoriche, scultoree e architettoniche, forse per il fatto di essere generalmente poco conosciuto, spesso conservato in stanze dimenticate o non accessibili al pubblico (anche per ragioni di protezione dall’effetto deleterio del tempo), e valorizzato in modo episodico e frammentario. D’altronde, nel corso della storia, il documento cartografico quale strumento decisionale vero e proprio prende il sopravvento sul prodotto iconografico puramente estetico, ragion per cui negli anni si è andata perdendo la connotazione di oggetto “estetico”.

Stanno oggi prendendo il via varie iniziative tese alla sensibilizzazione di enti pubblici, associazioni, privati verso il problema di veder perso per sempre questo immenso patrimonio se non lo si recupera adeguatamente e per tempo (Adcock et al., 2004; Archivio di Stato di Genova, 2008). Per la sua duplice natura, quella di bene culturale da una parte e di strumento decisionale dall’altra, la cartografia storica necessita oggi di un duplice “recupero”: da una parte un “recupero materiale”, salvaguardando il delicato supporto su cui la cartografia è nata (restaurando i documenti laddove necessario e proteggendoli dall’effetto del tempo), dall’altra un “recupero digitale”, estraendo il fondamentale contenuto di cui la cartografia storica si fa portatrice e conservandolo su un supporto differente da quello originale, in quanto di tipo digitale. Nel presente articolo viene analizzato quest’ultimo aspetto, mostrando come, attraverso moderne applicazioni delle tecniche geomatiche, sia oggi possibile innanzitutto salvaguardare l’esistenza del documento cartografico mediante trasposizione in forma digitale, quindi tentare di estrapolare l’informazione metrica ivi contenuta comprendendone il livello di affidabilità, ed infine utilizzare il prodotto derivato per studi ed analisi di grande interesse, in prevalenza a carattere multidisciplinare.

2. Il recupero digitale di cartografia storica

Indubbiamente i documenti cartografici storici rappresentano una preziosa fonte di informazioni, geograficamente localizzate, relative ad un preciso momento della storia, fissate come un «fermo-immagine» sul foglio (Dall’Aglio et al., 2002). E l’analisi in ottica multitemporale dei documenti cartografici storici permette di sfruttarne appieno le potenzialità: ordinando più istantanee in successione cronologica e ricomponendo il «lunghissimo film» (Dall’Aglio et al., 2002) della storia, è possibile desumere, dalla «stratificazione geografica» (Cantile, 2003) delle informazioni così ordinate, le trasformazioni del paesaggio, della morfologia e dell’assetto del territorio, e comprenderne leggi e tempi di evoluzione. Leggi e tempi che, applicati alla realtà odierna, possono aiutare nel comprendere l’assetto territoriale presente e nel tentare di progettare quello futuro.

In questo ambito di ricerca, gli strumenti della Geomatica non solo consentono il recupero digitale della carta storica, mediante l’acquisizione, che ne garantisce la conservazione nel futuro sottoforma di copia fedele, salvaguardando le proprietà metriche ad essa associate, ma ne agevolano anche lo studio mediante tutta una serie di elaborazioni specifiche dell’ambiente digitale, permettendo così un ampio spettro di ricerche ed applicazioni, non attuabili col solo supporto analogico. L’intero processo di recupero di cartografia in ambiente digitale può essere suddiviso in tre fasi fondamentali (Gatta, 2010):

- acquisizione: conversione della carta in ambiente digitale, da condursi con strumenti e tecnologie idonee, che garantiscano il non danneggiamento dell’originale e che soddisfino criteri di elevata accuratezza e precisione;

- analisi metrica (georeferenziazione in senso lato): studio della qualità metrica della carta e assegnazione di coordinate oggetto (solitamente in un moderno sistema di riferimento cartografico) al sistema immagine costituito dalla carta digitalizzata;
- elaborazione digitale: tutta una serie di elaborazioni ulteriori sulla carta digitalizzata e georeferenziata, eseguite in funzione dello scopo prefissato e in generale atte ad aumentare la qualità e la fruibilità del dato originale: vettorializzazione, modellazione tridimensionale, inserimento in sistemi GIS o WebGIS, ecc.

In figura 1 si riporta un diagramma di flusso semplificato dell'intero processo, evidenziando con colori distinti i tre passaggi descritti.

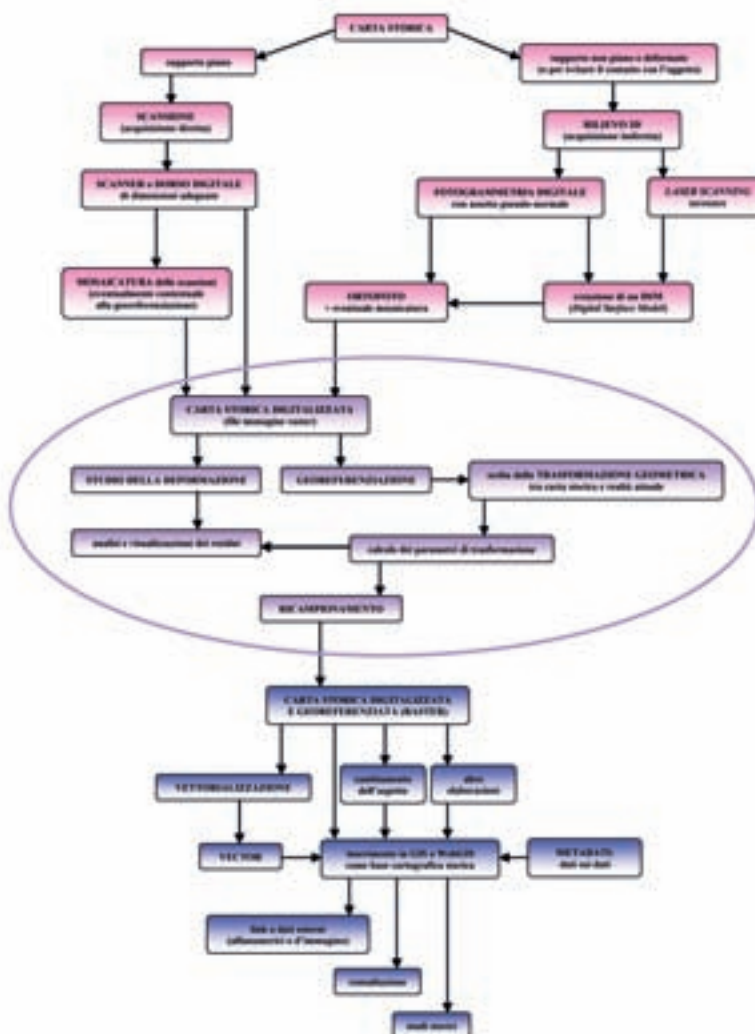



Fig. 1 - *Diagramma esplicativo del processo di "recupero digitale" di cartografia storica: le 3 fasi fondamentali sono evidenziate in 3 colori differenti.* (La versione a colori dell'articolo è consultabile online sul sito dell'AIC)

2.1. Analisi metrica di cartografia storica

Nel presente articolo si analizza nel dettaglio l'analisi metrica di cartografia storica (fase cerchiata in figura 1). Essa è un processo fondamentale per iniziare lo studio di una carta antica, soprattutto quando ci si deve avvalere di tale carta per analisi successive. Occorre infatti stimare la qualità, vale a dire l'affidabilità, della carta, per conoscere quanta informazione, di che tipo e di che qualità è deducibile da tale carta.

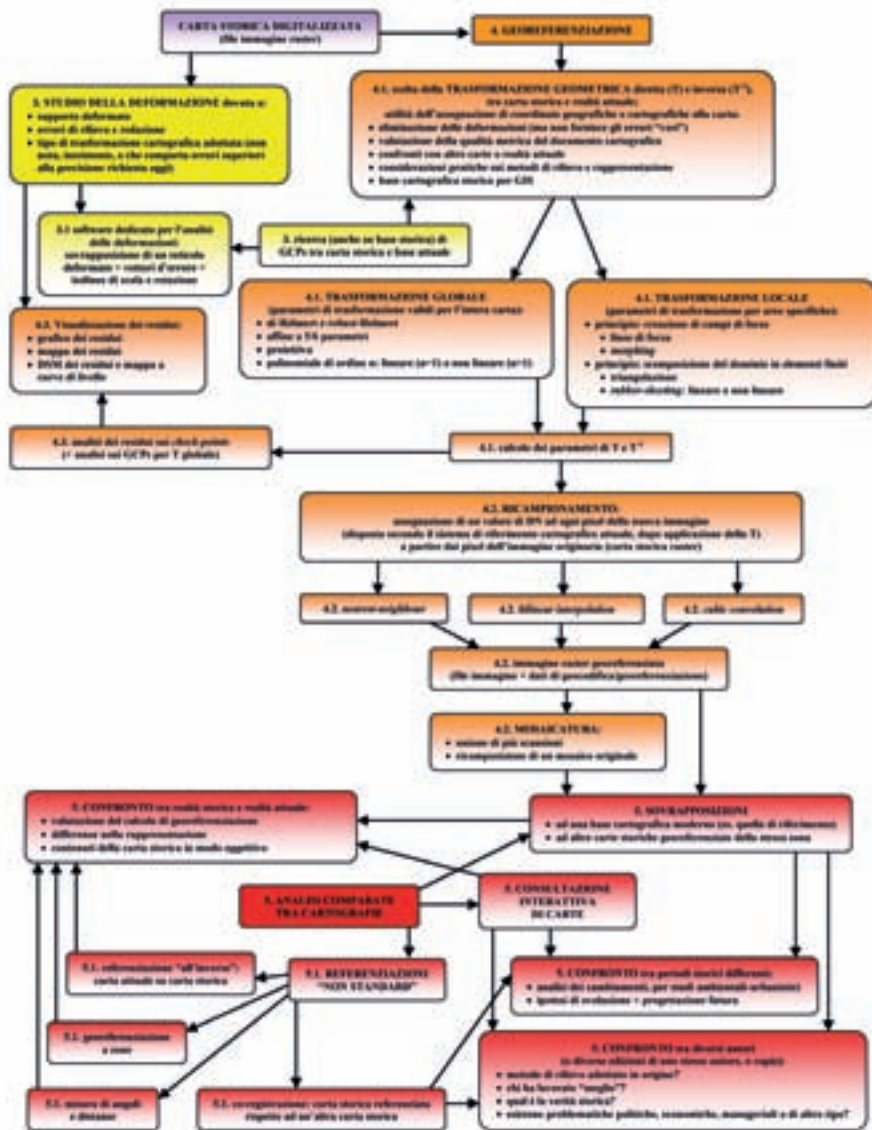



Fig. 2 - *Diagramma esplicativo del processo di analisi metrica di cartografia storica (cerchiato nel diagramma di figura 1): ogni passaggio è identificato da un colore (che si riferisce alla fase di appartenenza) e da un numero (che indica il paragrafo in cui quel passaggio viene discusso).* (La versione a colori dell'articolo è consultabile online sul sito dell'AIC)

La seconda fase di figura 1 può essere ulteriormente esplicitata nel diagramma di flusso di figura 2, in cui si evidenziano tre fasi ulteriori:

- studio della deformazione (in giallo);
- georeferenziazione (in arancione);
- analisi comparate tra cartografie (in rosso);

che verranno analizzate nel dettaglio nei paragrafi seguenti.

3. Analisi delle deformazioni

Lo studio di una carta storica solitamente prende avvio con l'analisi delle deformazioni insite in essa. Tali deformazioni possono essere dovute a:

- supporto analogico non piano o deformato;
- antiche modalità nell'esecuzione del rilievo topografico (e del disegno in carta);
- tipo di trasformazione cartografica adottata per la redazione della carta.

La deformazione registrata su una carta antica è dunque l'insieme di tutti questi contributi, che non sono immediatamente scindibili; il primo può essere in parte ridotto durante la fase di acquisizione, ponendo attenzione a mantenere piano il documento (carta, in questo caso) originale. Relativamente alla presenza e all'entità degli altri due contributi, si possono fare solo ipotesi, sulla base di documenti e studi storici; essi risultano quindi i meno controllabili. I metodi di rilievo adottati anticamente sono spesso sconosciuti (in quanto spesso manca una documentazione che attesti quali siano stati gli strumenti adottati e le modalità operative seguite), e analisi di propagazione dell'errore possono essere fatte solo in maniera semplificativa. In secondo luogo, la legge di rappresentazione cartografica adottata per le carte antiche risulta spesso sconosciuta, e soprattutto non è detto che sia tale da comportare errori accettabili secondo le moderne convenzioni (Baiocchi & Lelo, 2005). Questo è particolarmente vero per le carte pre-geodetiche (Bitelli et al., 2009).

L'analisi delle deformazioni si basa sul confronto diretto con la realtà attuale, costituita normalmente da cartografia moderna, supposta priva di deformazioni (ovviamente cosa non vera, in quanto ogni carta ha in sé un errore intrinseco, che ne caratterizza la precisione, ed è espresso mediante l'errore di graficismo); quindi è la fase di georeferenziazione della carta (par. 4) che permette di fatto tale analisi. L'analisi dei residui, in uscita dal calcolo di compensazione relativo ai parametri della trasformazione geometrica che caratterizza la georeferenziazione, permette infatti di avere una stima degli errori e delle deformazioni registrati in mappa (par. 4.3).

Per condurre un'analisi delle deformazioni occorre quindi individuare sulla carta storica un certo numero di "punti di controllo a terra" (GCP, ***Ground Control Point***, nel gergo fotogrammetrico) di coordinate note con sufficiente grado di affidabilità. Le coordinate possono essere ricavate per mezzo di un rilievo a terra o dedotte da altra cartografia, di qualità e caratteristiche note, della stessa zona (Boutoura & Livieratos, 2006). È bene sottolineare che, lavorando con cartografia storica, questo fondamentale passaggio risulta piuttosto delicato, in quanto:

- gli elaborati storici mancano spesso di un sistema di riferimento geografico, o ne possiedono uno diverso da quelli utilizzati attualmente;
- può risultare molto difficile l'identificazione su di essi di GCP corrispondenti a punti rimasti invariati nel tempo, ancora esistenti e riconoscibili.

Quest'ultimo fattore può essere anche molto rilevante, sia nel caso di carte di paesaggi naturali, per le quali l'ambiente è andato evolvendosi, sia nel caso di carte storiche di città, per le quali il tessuto urbano può essersi enormemente modificato, e per le quali può quindi risultare utile affiancare una analisi storica degli edifici rimasti invariati nel tempo (Bitelli & Gatta, 2011).

3.1. L'analisi delle deformazioni con un software dedicato

Esistono software specificatamente ideati per lo studio delle deformazioni insite in carta. Diffuso nel campo di studio della cartografia storica è per esempio il software MapAnalyst, ideato per permettere anche agli storici senza un particolare background tecnico di analizzare in modo semplice la geometria delle carte antiche (Jenny & Hurni, 2011). Sulla base del riconoscimento di punti omologhi tra carta storica e carta attuale, avviene il calcolo dei parametri di trasformazione, alla pari di un processo di georeferenziazione, ma senza la fase finale di ricampionamento d'immagine. Sulla base dei parametri calcolati, viene effettuata una visualizzazione delle deformazioni presenti in carta, mediante sovrapposizione alla carta storica di:

- vettori o cerchi d'errore (risultato della fase di calcolo dei parametri di trasformazione) sui singoli GCP;
- reticolo cartografico moderno (che di norma risulta deformato);
- isolinee di scala oppure di rotazione (linee ad ugual fattore di scala o ad ugual angolo di rotazione, rispettivamente), per mostrare le relative variazioni sulla mappa.

Mediante il calcolo dei parametri della trasformazione inversa, una analoga visualizzazione può essere effettuata sulla carta moderna.

4. Georeferenziazione

Generalmente l'analisi metrica di una carta storica viene eseguita georeferenziando la carta. Il processo di assegnazione di coordinate oggetto in un certo sistema di riferimento (solitamente geodetico-cartografico) al sistema immagine restituisce alla geometria dell'immagine quel contenuto metrico e geometrico posseduto inizialmente dalla carta analogica, e in qualche modo andato perduto durante il processo di acquisizione. In questo contesto si utilizzerà il termine di georeferenziazione in senso lato, comprendendo con esso anche il processo di geocodifica, legato all'assegnazione delle coordinate ad uno specifico sistema geodetico-topografico in uso.

Con l'assegnazione di coordinate geografiche o cartografiche, il processo di georeferenziazione apre un ampio spettro di possibili analisi e applicazioni:

- correzione, almeno in parte, delle deformazioni presenti in carta, mediante il ricampionamento dell'immagine (par. 4.2);
- valutazione della qualità metrica del documento cartografico, mediante l'analisi dei residui di georeferenziazione (par. 4.3);
- confronto dell'assetto territoriale antico con quello moderno e confronti reciproci tra carte storiche (par. 5);
- considerazioni pratiche sui metodi di rilievo adottati e sulla qualità della rappresentazione;
  inserimento della carta trasformata in ambiente GIS, come base cartografica storica.

La georeferenziazione di una carta è un processo che si realizza mediante due passaggi fondamentali, al termine dei quali si dispone di una immagine nuova (in termini quantitativi e di solito anche qualitativi) della carta:

- un processo di trasformazione geometrica tra sistema immagine e sistema oggetto di riferimento (par 4.1);
- il successivo ricampionamento, una volta applicati a tutti i pixel dell'immagine i parametri di trasformazione calcolati nella fase precedente (par. 4.2).

Il procedimento di calcolo dei parametri della trasformazione diretta (T) e di quella inversa (T^{-1}), al fine di individuare una corrispondenza biunivoca tra due set di punti giacenti su due piani differenti (quello immagine, nel sistema oxy, e quello oggetto, nel sistema OXY), si realizza tramite un processo di "***best***

fitting", conoscendo le coordinate, nei due sistemi, di un certo numero di GCP (par. 3). Il numero minimo di punti di controllo è legato al tipo di trasformazione piana adottata, in quanto dipende dal numero di parametri della trasformazione stessa. È sempre opportuno, quando possibile, lavorare con un numero di punti superiore allo stretto necessario (e omogeneamente distribuiti sul piano immagine), per consentire una valutazione più affidabile della qualità della trasformazione, mediante l'analisi dei residui di una compensazione ai minimi quadrati. A questo valore si può associare anche l'analisi dei residui su ***check-point*** (CP), le cui coordinate, note ma non utilizzate per il calcolo dei parametri della trasformazione geometrica, vengono confrontate con quelle in uscita dalla fase di compensazione (avvenuta sulla base dei soli GCP).

4.1. Scelta della trasformazione geometrica

Come visualizzato in figura 2, per la georeferenziazione di una carta è possibile utilizzare trasformazioni geometriche di due classi distinte: trasformazioni globali, per le quali i parametri di T valgano per l'intero piano immagine, e trasformazioni locali, per le quali i parametri di T valgono solo per aree specifiche, solitamente piccole, definite da un piccolo numero di punti di controllo o come intorno di ogni punto di controllo (Livieratos, 2006). La scelta della trasformazione da utilizzare dipende da diversi fattori, in primo luogo il tipo presunto di deformazione da correggere e il fine di utilizzo della carta georeferenziata.

La differenza risultante dall'applicazione di un tipo o dell'altro di trasformazione, infatti, consiste per lo più nel tipo di deformazione che subisce la carta nel processo di ricampionamento in seguito all'applicazione dei parametri stimati. Il risultato finale di un processo di trasformazione globale è quello di:

- compensare alla deformazione complessiva, per l'appunto globale, della carta;
- spostare i GCP dalla loro posizione sulla carta (per via della stima dei parametri mediante compensazione ai minimi quadrati).

Le varie trasformazioni di tipo globale si differenziano tra loro per il numero di parametri coinvolti, e dunque per il tipo di deformazione (lineare o non lineare) che sono in grado di correggere. Il risultato di una trasformazione lineare (di Helmert, affine, proiettiva, polinomiale di ordine $n=1$) è una traslazione, una rotazione globale ed una variazione di scala; per una trasformazione proiettiva il risultato è un'immagine prospettica, vale a dire ruotata e scalata non uniformemente. Una trasformazione lineare corregge dunque effetti di scala, offset, rotazione e riflessione; una trasformazione non lineare corregge invece distorsioni non lineari. La più semplice trasformazione non lineare è la polinomiale di 2° ordine, e a seguire quelle di ordine superiore. In questi casi il risultato dipende molto dal numero di punti di controllo e dalla loro distribuzione spaziale sul piano immagine (Balletti, 2006; Boutoura & Livieratos, 2006).

Dall'altro lato, in una trasformazione locale i parametri calcolati sono validi solo per ogni singola subarea. Di conseguenza l'applicazione di tale trasformazione comporta:

- la visualizzazione delle deformazioni locali, in base alle aree selezionate dall'utente per mezzo dei GCP;
- il mantenimento della posizione dei GCP in termini di coordinate oggetto (quindi, non in termini di posizione reciproca sulla carta storica), forzando gli altri punti dell'immagine ad adattarsi.

Le trasformazioni locali possono essere distinte in due grandi classi, in base al principio su cui operano: scomposizione del dominio in elementi finiti (triangolazione e ***rubber-sheeting***), e creazione di campi di forze (mediante vettori o ***morphing***).

Il modello matematico applicato usualmente è lo stesso delle trasformazioni globali, ma viene circoscritto ad aree limitate. A differenza delle trasformazioni globali, per quelle locali non è possibile la

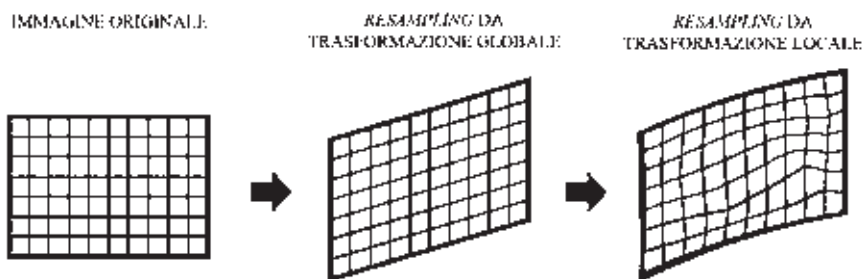



Fig. 3 - *Schema dell'applicazione di una trasformazione globale e di una locale in successione.*

stima della precisione mediante analisi dei residui sui GCP, in quanto tutti i punti di controllo vengono mantenuti fissi (quindi a residuo nullo); il controllo della precisione è possibile unicamente mediante inserimento di CP, nello stesso modo in cui può essere fatto per una trasformazione globale.

Differenze nel modo in cui avviene il calcolo dei parametri di trasformazione comportano ovviamente differenze negli effetti indotti dall'applicazione di tali trasformazioni. Uno dei problemi delle trasformazioni globali consiste negli effetti degli algoritmi di interpolazione in quelle parti dell'immagine in cui non esistono informazioni, in quanto non sono presenti GCP; a rigore si tratta di processi di estrapolazione. Trattandosi di trasformazioni di tipo globale, i parametri vengono calcolati sulla base delle sole informazioni (coordinate dei GCP) inserite dall'utente, e vengono applicati allo stesso modo sull'intera immagine, senza considerare quindi che una logica diversa potrebbe aver presieduto al rilievo e alla rappresentazione delle diverse porzioni di territorio mappate; le deformazioni nelle aree su cui non sono disponibili GCP possono risultare quindi inaccettabili. D'altro canto le trasformazioni locali soffrono spesso di problemi di non conformità tra aree di trasformazione adiacenti (ad esempio effetti di taglio).

Un altro possibile modo di effettuare la georeferenziazione è quello di applicare in successione vari algoritmi di calcolo; in particolare può risultare utile l'applicazione di una prima trasformazione globale (in modo da eliminare le grosse deformazioni), e di una successiva trasformazione locale (in modo da affinare la georeferenziazione); in questo passaggio, ovviamente, occorre eliminare l'informazione di georeferenziazione associata alla carta in seguito all'applicazione della prima trasformazione (fig. 3).

4.2. Ricampionamento

Il calcolo dei parametri della trasformazione T e quelli della sua inversa T^{-1}, avvenuto sulla base di punti di controllo, permette di instaurare una relazione biunivoca tra spazio immagine (sistema oxy, solitamente riga x colonna) e spazio oggetto (sistema OXY, solitamente coincidente con un sistema cartografico), e quindi di estendere la validità dei parametri calcolati a tutti i punti (pixel) dell'immagine. Dall'applicazione di tali parametri a tutti i pixel dell'immagine originale, si genera dunque la carta georeferenziata.

Il processo, noto col nome di ***resampling*** (ricampionamento) (fig. 4), consiste nel riempimento di una matrice vuota di pixel disposta nel sistema OXY, assegnando un valore radiometrico ad ogni suo pixel, sulla base dell'applicazione dei parametri della trasformazione inversa calcolati e di algoritmi di interpolazione. In figura 2 si evidenzia la possibilità di scelta del tipo di algoritmo di interpolazione (***nearest neighbour***, ***bilinear interpolation***, ***cubic convolution***) e il risultato finale del processo, consistente nel file immagine (raster) accompagnato dai dati di geocodifica/georeferenziazione secondo il sistema di riferimento adottato.

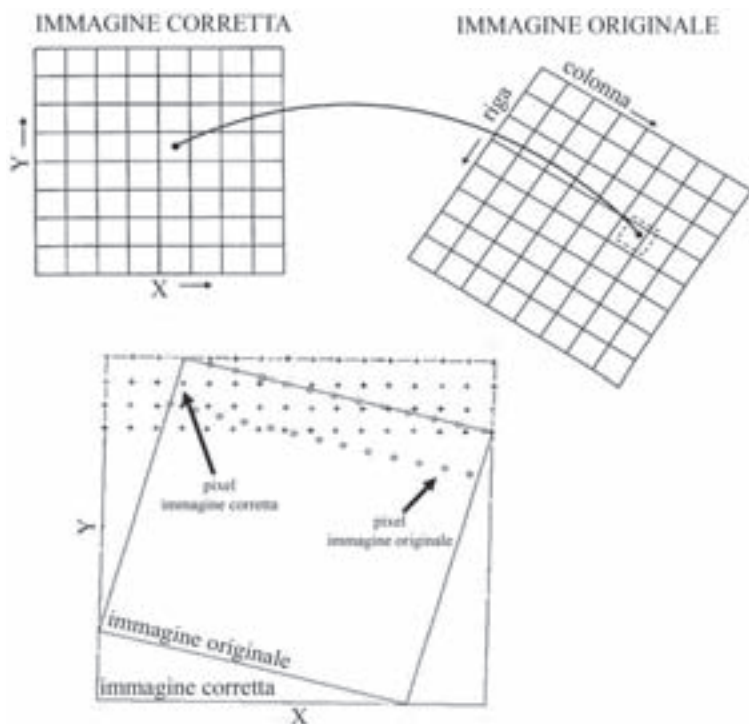



Fig. 4 - *Schema di come avviene il* **resampling** *di immagine.*

In figura si evidenzia anche la possibilità di sfruttare tale informazione per effettuare la mosaicatura di più immagini; questo trova applicazione sia nel caso in cui l'acquisizione della carta sia avvenuta in più parti (ad esempio per ragioni di dimensioni dell'originale) sia nel caso in cui si debba ricomporre un mosaico composto in originale da più carte (senza sovrapposizione tra carte adiacenti). Mentre nel primo caso la mosaicatura può avvenire anche prima della fase di georeferenziazione (ad esempio tramite algoritmi di ***image matching***, in base al contenuto radiometrico delle immagini), nel secondo caso l'informazione di geocodifica/georeferenziazione può risultare l'unico strumento in grado di ricomporre il mosaico di carte originale (Bitelli & Gatta, 2011b). Nell'unione delle scansioni può risultare conveniente effettuare una omogeneizzazione del colore, per evitare che il mosaico presenti differenze radiometriche; l'operazione può essere fatta sia correggendo preventivamente le differenze di colore sulle singole immagini, mediante appositi sistemi di controllo del colore, sia in fase di mosaicatura, sfruttando algoritmi specifici, come ad esempio quello di ***blending***.

4.3. Analisi dei residui

Come sopra accennato, la valutazione della qualità di una trasformazione avviene normalmente attraverso l'analisi dei residui, in uscita dal calcolo di compensazione ai minimi quadrati. Le trasformazioni globali lavorano sul principio di minimizzazione dei residui sui GCP, in modo da ripartire l'errore globale tra i punti di controllo in modo il più possibile uniforme. Come detto, una valutazione più veritiera della qualità di una trasformazione può avvenire mediante CP; siccome essi non influiscono sul risultato di compensazione, in genere stimano un valore di residuo più alto rispetto a quello calcolato mediante i GCP. Attraverso i CP è possibile avere una stima della qualità della trasformazione anche se di tipo locale (per la quale un'analisi sulla base dei GCP non è possibile).

I parametri statistici di valutazione della qualità di una trasformazione di norma consistono in: singoli residui (sui GCP e sui CP) nelle due coordinate planimetriche, errore di posizionamento per ciascun GCP o CP, scarto quadratico medio, errore normalizzato. Per facilitare la lettura dei residui di georeferenziazione è possibile sfruttare visualizzazioni quali: istogramma dei residui, mappatura dei residui in carta (a colori, vettori, o cerchi di errore), visualizzazione tridimensionale dei residui o a curve di livello (l'informazione planimetrica è data dalle coordinate oggetto associate alla carta, l'informazione altimetrica è fornita dai residui trasformati da valore pixel ad un valore metrico), e così via.

Per una stima più affidabile dei residui (e dei parametri) di trasformazione, è bene disporre di un numero il più possibile elevato di punti, ovviamente compatibilmente con le difficoltà pratiche di individuazione di punti omologhi tra carta storica e base attuale. Inoltre, se da una parte risulta utile avere a disposizione dei CP, dall'altra è vero che il disporre di un numero elevato di CP significa privare il calcolo di compensazione di quegli stessi punti, col risultato di indebolire la stima dei parametri di trasformazione. La soluzione va dunque cercata in un compromesso tra le queste due esigenze opposte. In seguito all'analisi dei residui, si può eventualmente affinare il calcolo di compensazione effettuando una selezione dei GCP, per eliminare quelli in corrispondenza dei quali si hanno residui elevati non immediatamente giustificabili. Anche in questo caso, è probabilmente in un compromesso, tra l'eliminazione di molti GCP (migliorando la stima dei residui, ma vincolando meno la rete) e la conservazione anche di quelli apparentemente "peggiori" (accettando quindi residui più elevati, ma vincolando meglio la rete), che sta la soluzione migliore.

5. Analisi comparate tra cartografie

La principale utilità della georeferenziazione di carte antiche è la possibilità di confrontare queste con altre carte storiche, dello stesso periodo, precedenti o successive, e soprattutto con basi cartografiche moderne (***in primis*** la base di riferimento adottata per il calcolo di georeferenziazione, se le coordinate dei GCP utilizzati sono stati dedotti da cartografia). L'obiettivo può essere lo studio delle proprietà geometriche e di proiezione del documento cartografico antico, da una parte, o lo studio delle variazioni avvenute nel paesaggio (naturale o urbano), dall'altro. Da quest'ultimo punto di vista, l'inserimento della carta storica in sistemi GIS (eventualmente anche WebGIS), quale layer cartografico storico (evidentemente all'interno degli errori stimati in uscita dal processo di georeferenziazione), risulta un valido strumento di supporto allo studio.

Nello schema di figura 2 si sono volute distinguere diverse modalità di comparazione con la carta antica in esame, in base al termine di paragone utilizzato:

- la realtà attuale, per valutare:
  la qualità del calcolo di georeferenziazione (par. 4.3);
  le differenze nella rappresentazione, indice di peculiarità nel disegno o di reale cambiamento del territorio;
  i contenuti della carta storica in modo metrico (quindi oggettivo), ricavandone informazioni localizzate spazialmente (Bitelli & Gatta, 2011);
- periodi storici differenti, per effettuare:
  analisi dei cambiamenti, ai fini di studi ambientali e/o urbanistici;
  ipotesi di evoluzione dell'ambiente o di sviluppo della città, per la progettazione di interventi futuri;
- carte di diversi autori (o edizioni differenti o copie di una stessa carta) in uno stesso periodo storico, per cercare risposta alle seguenti domande:
  qual è il metodo di rilievo adottato in origine, e quali sono gli strumenti che vennero utilizzati?
  chi tra più autori (nell'ipotesi di autori differenti e coevi che hanno operato sullo stesso territorio) ha lavorato "meglio"?

- qual è la "verità storica" tra quelle rappresentate in carta (nel caso in cui elementi del territorio oggi non siano più conservati)?
- esistono problematiche politiche, economiche, di tipo manageriale o di altro tipo che possono avere inciso nella redazione dei documenti?

Tali confronti normalmente si realizzano mediante sovrapposizioni, condotte all'interno di software di trattamento di dati GIS, con l'ausilio di diversi strumenti ivi implementati; in tale ambiente, inoltre, l'informazione della carta antica può essere collegata a dati (alfanumerici o d'immagine) di varia natura (ad esempio, per mappe catastali, è possibile creare link tra particelle raffigurate e relativi registri). La sovrapposizione consente innanzitutto di valutare la qualità del calcolo, e scoprire se vi sono zone, in carta, più problematiche di altre in quanto a precisione geometrica o ad insufficienza di GCP. In secondo luogo, consente di notare differenze nella rappresentazione antica rispetto a quella moderna, indice di peculiarità nel disegno o di evoluzione del paesaggio; consente quindi di valutare i contenuti della carta in modo oggettivo (Proto, 2008). Infine, la sovrapposizione permette di comparare il contenuto non solo geometrico ma anche tematico di due carte simili, e quindi valutarne il reale grado di similarità.

Un altro modo di comparare carte tra loro è una consultazione interattiva, che si avvale di procedure software specifiche per il confronto diretto, fianco a fianco, tra carta storica e carta moderna. Queste nascono dal desiderio di evitare le deformazioni tipiche del processo di georeferenziazione, a volte tali da non ritrovare più l'aspetto originale della carta (il problema è sentito soprattutto per le carte storiche in proiezione scenografica), ma al contempo dalla volontà di assegnare comunque un contenuto metrico alla carta antica, cosa fondamentale per il suo studio e per la possibilità di estrarne informazioni di tipo quantitativo. Una soluzione può derivare dall'applicare i parametri di trasformazione di volta in volta, "***on the flight***", senza però ricampionare l'immagine (Guerra, 2000).

5.1. Georeferenziazioni non standard

Infine, sfruttando gli algoritmi della georeferenziazione, è possibile inventare nuove modalità di comparazione tra carte antiche e moderne, qui generalmente denominate "non standard" in quanto differenti dalla classica "geo"-referenziazione, e molto utili nel caso in cui si vogliano confrontare tra loro carte coeve ma con dettagli morfologici differenti. In questo caso la cartografia moderna viene sfruttata in modo alternativo a quello usuale del processo di georeferenziazione, o addirittura può non essere utilizzata. Disponendo di più carte storiche e di una base moderna, alcune modalità (evidenziate nello schema di figura 2) con cui realizzare confronti reciproci possono essere:

- geo-referenziazioni delle carte antiche rispetto a cartografia moderna: il classico processo di georeferenziazione, che fornisce un nuovo aspetto alla carta antica, quantificando le deformazioni mediante l'errore residuo associato ad ogni punto;
- co-registrazioni tra le sole carte storiche: referenziazione di una carta rispetto all'altra, utile per comparare i disegni e riconoscere gli stessi dettagli del paesaggio (Daniil, 2006);
- referenziazioni "all'inverso": referenziazione della cartografia moderna sulle carte antiche (quindi all'opposto rispetto alla georeferenziazione tradizionale), per evidenziare in modo semplice ed intuitivo in quale modo i caratteri topografici odierni si dovrebbero deformare per adattarsi ai corrispondenti mappati sulla carta antica; questo risulta uno strumento potente per una visualizzazione del pattern della deformazione originale dovuta al lavoro del rilevatore antico (Balletti, 2006);
- georeferenziazione a zone: georeferenziazione di sub-aree della carta (scelte dall'operatore) e ricomposizione del mosaico delle sub-aree ricampionate;
- misure D: misura di angoli e distanze D sulla carta antica (riproducendo il lavoro del cartografo antico, e misurando in carta le grandezze che potrebbero essere state misurate in campagna), e trasposizione dei valori su una base cartografica moderna.

Si rimanda a Gatta (2010) per i risultati dell'applicazione di tali tecniche ad alcune carte pre-geodetiche, coeve ma differenti per i dettagli morfologici rappresentati.

Queste modalità non standard di referenziazione, che tentano di analizzare la carta esulando da una base di riferimento attuale, nascono dalla necessità di distinguere sulla carta gli errori di campo e di laboratorio (commessi in fase di rilievo e poi in fase di redazione della carta, strumentali, accidentali o intenzionali che siano), mappati (quindi "errori veri", registrati sulla carta antica), da quelli che si aggiungono in fase di calcolo della georeferenziazione (supponendo nulla la deformazione del supporto). I residui in uscita dalla fase di georeferenziazione, infatti, sono il risultato di tutti questi errori, e non è facile distinguerne i contributi. Il fatto che l'algoritmo di calcolo di una trasformazione globale tenda a minimizzare i residui su tutti i GCP, ricalcolandone la posizione planimetrica, significa che introduce una forzatura, una deformazione geometrica, e quindi una sorta di errore (che è possibile chiamare "errore di stima"). Una prova dell'esistenza di tali distorsioni sta nel fatto che applicando algoritmi diversi si ottengono risultati diversi. Una trasformazione locale al posto di una globale permette di fissare la posizione dei GCP, ma il problema rimane all'interno delle singole sotto-regioni, dove il calcolo avviene mediante una trasformazione affine. Dunque, l'errore globale di georeferenziazione in uscita dal processo non rispecchia direttamente l'errore dovuto alla tecnica di rilievo originaria e la sua propagazione (soprattutto in zone in cui oggi non vi sono informazioni topografiche in quanto i dettagli del territorio sono cambiati o scomparsi), ma può darne solo un'indicazione.

Tale necessità è sentita soprattutto nello studio di carte molto antiche, come le pre-geodetiche, redatte con strumenti e metodologie assai meno precisi degli attuali. Ovviamente l'analisi della carta deve essere accompagnata sempre da uno studio approfondito degli strumenti di rilievo utilizzati assieme alla loro precisione, e della metodologia di rilievo (individuazione delle basi di riferimento topografiche originarie e dei relativi traguardi, nel rispetto della direzione secondo cui anticamente è stato eseguito il rilevamento) e di trasposizione in carta. Alcune informazioni possono derivare dalla consultazione di documentazione originaria o da manuali dell'epoca, ma non sempre tali documenti sono ancor oggi conservati o facilmente ritrovabili, o addirittura potrebbero non essere mai stati redatti.

Conclusioni

Lo studio discute l'analisi metrica di cartografia storica, e di come essa si pone all'interno di un più ampio processo di recupero digitale di tale patrimonio storico-culturale. La procedura è stata schematizzata attraverso diagrammi di flusso, evidenziando e descrivendo i passaggi chiave. L'analisi metrica di una carta antica, comunque supportata da una analisi filologica del documento cartografico, permette di: studiare le deformazioni insite in carta, ridare alla carta digitale quel contenuto metrico inizialmente posseduto dal documento originale, effettuare confronti di vario tipo (riguardanti l'assetto territoriale antico con quello moderno, o confronti reciproci tra carte storiche), tentare di derivare considerazioni pratiche sulla metodologia di rilievo e rappresentazione anticamente adottata.

Una volta analizzata metricamente una carta e georeferenziata, si apre un ampio ventaglio di studi e applicazioni. Questo dimostra come le moderne tecniche della Geomatica possano ampliare le possibilità di indagine nel campo della cartografia storica, mostrando la forza e l'attualità del prodotto cartografico antico, sia per l'informazione del passato che può tramandare, sia per la natura multidisciplinare degli studi che può consentire.

Ringraziamenti

Un grande ringraziamento al mio tutor, prof. Gabriele Bitelli.

Bibliografia

ADCOCK E.P., VARLAMOFF M.T., KREMP V. (2004). *Principi dell'IFLA per la cura e il trattamento dei materiali di biblioteca*, Bari, IFLA.

ARCHIVIO DI STATO DI GENOVA. (2008). *Adotta un documento*. Tratto il giorno 1/3/2010 da Archivio di Stato di Genova: http://www.archivi.beniculturali.it/ASGE/adotta.htm

BAIOCCHI V., LELO K. (2005). *Georeferencing the historical maps of Rome between the Seventeenth and Eighteenth centuries.* "Atti del CIPA XX International Symposium, Torino".

BALLETTI C. (2006). *Georeference in the analysis of the geometric content of early maps*, e-Perimetron, vol.1, n° 1, pp. 32-42.

BITELLI G., CREMONINI S., GATTA G. (2009). *Ancient maps comparisons and georeferencing techniques: a case study from the Po river delta (Italy),* e-Perimetron, vol. 4, n° 4, pp. 221-233.

BITELLI G., GATTA G. (2011a). *Digital processing and 3D modelling of an 18th century schenographic map of Bologna*, In: A. Ruas (ed.): *"Advances in Cartography and GIScience",* Springer, pp. 129-146.

BITELLI G., GATTA G. (2011b). *Experiences on georeferencing of maps from the XIX century Gregorian Cadastre of Bologna (Italy).* "Atti del *VI Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage*, L'Aia", CD-Rom.

BOUTOURA C., LIVIERATOS E. (2006). *Some fundamentals for the study of the geometry of early maps by comparative methods*, e-Perimetron, vol.1, n° 1, pp. 60-70.

CANTILE A. (2003). *Il tempo nelle carte, il tempo delle carte*, "Atti della 7ª Conferenza Nazionale ASITA, Verona", pp. 28-31.

DALL'AGLIO P.L., DI COCCO I., MARCHETTI G. (2002). *La cartografia storica per la ricostruzione del paesaggio antico: alcuni casi dell'Italia Padana*, "Atti della 6ª Conferenza Nazionale ASITA, Varese", pp. 55-60.

DANIIL M. (2006). *Comparing by digital transparency the differences between two almost identical 17th century maps of North Aegean Sea*, e-Perimetron, vol. 1, n° 3, pp. 194-208.

GATTA G. (2010). *Valorizzazione di cartografia storica attraverso moderne tecniche geomatiche: recupero metrico, elaborazione e consultazione in ambiente digitale*, Tesi di Dottorato in "Scienze Geodetiche e topografiche", Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna.

GUERRA F. (2000). *2W: new technologies for the georeferenced visualization of historic cartography, "International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*", vol. XXXIII, B5, pp. 339-346.

JENNY B., HURNY L. (2011). *Studying cartographic heritage: Analysis and visualization of geometric distortions*, "Computers & Graphics", 35-2, pp. 402–411.

LIVIERATOS E. (2006). *On the Study of the Geometric Properties of Historical Cartographic Representations*, "Cartographica", 41-2, pp. 165-175.

PROTO M. (2008). *Il paesaggio dei tecnici. Attualità della cartografia storica per il governo delle acque. Bologna-Cremona, 3-4 aprile 2008*, "Storia e Futuro. Rivista di storia e storiografia", 17, pp. 1-4.

SGAMBATI G., BENASSATI G., BIANCINI L., BUONORA P., SINISI D., CANTILE A., DELFINO L., DI ANGELO ANTONIO M., FALCHETTA P., MANCINELLI M.L., SANGUINETI M.T., SERRATRICE G., TRUCI I., VALERIO V. (2006). *Linee guida per la digitalizzazione del materiale cartografico*, ICCU.

SVILUPPO E IMPLEMENTAZIONE DI NUOVE STRATEGIE PER L'ESTRAZIONE DI MODELLI DIGITALI DELLA SUPERFICIE DALLE IMMAGINI SATELLITARI AD ALTA RISOLUZIONE

DSM GENERATION FROM HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY: DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A NEW MATCHING STRATEGY

Andrea Nascetti*

Riassunto

Negli ultimi anni sono stati fatti molti progressi tecnologici soprattutto nell'ambito della fotogrammetria satellitare, con la messa in orbita della seconda generazione di satelliti (EROS A e B, QuickBird, Ikonos II, WorldView, GeoEye-1, Cartosat dedicato all'acquisizione di stereocoppie), è possibile ormai utilizzare le immagini digitali ad alta risoluzione con precisione a terra dell'ordine del metro (varia da 0,40 m di GeoEye-1 a 2,5 m di Cartosat). Il telerilevamento satellitare ha dei pregi fondamentali come, per esempio, la possibilità di eseguire acquisizioni a intervalli regolari, garantendo così un monitoraggio continuo della zona, o la possibilità di acquisire dati in territori in via di sviluppo dove è più complicato e costoso organizzare dei voli fotogrammetrici. Viste le grandi potenzialità delle immagini pancromatiche satellitari ultimamente sono nati vari progetti di ricerca sull'interpretazione ed estrazione dei dati metrici. Una fondamentale operazione di elaborazione delle immagini satellitari è l'orto-rettificazione. Questo processo consente di eliminare le distorsioni indotte dalla posizione e assetto del satellite rispetto alla Terra e dalle caratteristiche ottico-geometriche del sensore. Esistono due metodologie differenti per orto-rettificare le immagini, le funzioni polinomiali razionali (RPF-Rational Polynomial Function) o il modello rigoroso.

Oltre al prodotto bidimensionale ottenuto dalla singola immagine satellitare orto-rettificata è possibile utilizzare una stereo-coppia per estrarre un modello digitale del terreno (Digital Elevation Model). Il DEM è la rappresentazione dei valori continui di elevazione sopra una superficie topografica con un array regolare di valori di quota, riferiti allo stesso datum (definizione dell'ESRI).

Attualmente la realizzazione e l'utilizzo dei DEM ha subito un incremento sempre maggiore, dovuto al potenziale uso in molti campi di applicazione dalle cartografia alla geotecnica. Inoltre i DEM sono un'importante banca dati da cui poter ottenere molti prodotti secondari come curve di livello, profili, volumi e modelli di pendenza, ecc...

La sempre maggiore capacità di calcolo degli elaboratori unita alla grande richiesta interdisciplinare dei DEM ha incrementato enormemente la continua ricerca di nuovi e più complessi algoritmi.

Per l'estrazione dei DEM dalle immagini satellitari sono necessarie varie elaborazioni fotogrammetriche, si possono distinguere principalmente due fasi: l'orientamento delle immagini satellitari e il processo di matching.

* DICEA - Area di Geodesia e Geomatica – Università di Roma "La Sapienza"Via Eudossiana, 18 - 00184 Rome, Italy andrea.nascetti@uniroma1.it

I modelli di orientamento adottati si dividono in modelli rigorosi e modelli generici. I primi utilizzano un approccio fotogrammetrico basato sulle equazioni di collinearità mentre nei secondi le coordinate immagine sono legate a quelle terreno mediante rapporti di polinomi di cui sono noti i coefficienti (RPC).
Il matching è il processo che permette il riconoscimento dei punti omologhi fra le due immagini, ovvero dei medesimi punti a terra ripresi sui due fotogrammi. In questa maniera si ottiene una nuvola di punti corrispondenti nelle due immagini e così, conoscendo la geometria di acquisizione, si è in grado di costruire il modello tridimensionale del terreno.
Possiamo distinguere due classi principali di algoritmi per il matching l'*Area Based Matching* (ABM) e il *Feature Based Matching* (FBM). L'ABM si basa sulla diretta correlazione tra i valori della radianza fra l'intorno del punto fissato sull'immagine master e l'intorno di un punto mobile sull'immagine slave. In questo modo si ricercano i punti omologhi dove è massimo il valore della correlazione. Il FBM ricerca prima delle *features* (punti, angoli, bordi o anche poligoni) in entrambe le immagini e in un secondo momento analizza la corrispondenza fra esse.
Il tema principale della ricerca è stato quello di sviluppare una metodologia completa atta a processare il Matching, è stato quindi implementato un nuovo algoritmo nel quale la fase del Matching è stata combinata con quella di orientamento. La strategia usata per unificare le due fasi è stata quella di utilizzare i coefficienti RPC per caratterizzare le deformazione delle immagini stimando una serie di trasformazioni affini e poi impiegare un Least Square Matching (una particolare tecnica di ABM) guidato da queste trasformazioni affini per la ricerca della correlazione.
Finita la fase di sviluppo, sono stati effettuati molti test, alcuni su di una stereo-coppia della zona costiera di Augusta (Siracusa - Sicilia - Italia) acquisita con il satellite ad alta risoluzione WorldView-1 e altri su una stereo-coppia di Roma acquisita con il sensore GeoEye-1. In questi test è stata valutata la robustezza, la precisione e l'accuratezza del nuovo software.
Innanzitutto nei risultati è stata valutata l'accuratezza raggiunta tramite il confronto tra i DSM estratti e quelli di riferimento e inseguito sono state comparate le accuratezze tra il nuovo software e il software commerciale *PCI Geomatics OrthoEngine*. Le accuratezze raggiunte sono paragonabili o in certi casi inferiori rispetto a quelle ottenute con il software commerciale.
In conclusione il nuovo algoritmo implementato nel software ha dato i risultati sperati aprendo nuove possibilità per uno sviluppo futuro dei processi di matching, attualmente sono in corso ulteriori ricerche riguardo l'utilizzo di una programmazione dinamica e adattiva dell'algoritmo.

Abstract
Surface Models (DSMs) have large relevance in many engineering, land planning and environmental applications for a long time. At present, the data required for the DSMs generation can be acquired by several sensors/techniques, among which airborne LiDAR, aerial photogrammetry, optical and radar spaceborne sensors play the major role. In this respect, the availability of new high resolution optical spaceborne sensors offers new interesting potentialities for DSMs generation, among which low cost, speed of data acquisition and processing and relaxed logistic requirements, quite important for the areas where the organization of aerial flights can be difficult for several motivations.
Thanks to the very high resolution and the good radiometric quality of the images, it seems possible to extract DSMs comparable to middle scale aerial products; anyway, it has to be underlined that the DSM accuracy level is strictly related both to the quality of the stereo image orientation and to the effectiveness of the matching strategy.
Two different types of orientation models are usually adopted: the physical sensor models

(also called rigorous models or geometric reconstruction) and the generalized sensor models. The first one is based on a standard photogrammetric approach, where the image and the ground coordinates are linked through the collinearity equations, so that the involved parameters have a physical meaning. On the contrary, the generalized models are usually based on the Rational Polynomial Functions (RPFs), which link image and terrain coordinates through the Rational Polynomial Coefficients (RPCs) and eventual additional transformation parameters [Tao and Hu, 2001, 2002; Fraser and Hanley, 2003; Hanley and Fraser, 2004; Crespi et Al., 2009].
As regards the matching, it is well known that many different approaches have been developed in recent years. In all methods, the main step is to define the matching entity, that is a primitive chosen in the master image to be looked for in the slave image(s); basically, we can distinguish two techniques, the Area Based Matching (ABM) and the Feature Based Matching (FBM). In ABM methods, a small image window represents the matching primitive and the main strategies to assess similarity are cross-correlation and Least Squares Matching (LSM). FBM methods use, as main class of matching, basic features that are typically the easily distinguishable primitives in the input images, like corners, edges, lines, etc. [Gruen A. W. 1985; Jacobsen, 2006; Nascetti, 2009; Tang L. et al.,2002]. In addition, new matching strategies where ABM is used together with dynamic programming techniques were proposed during last decade [Birchfield S. and Tomasi C., 1998, 1999]; recently the quite promising technique of semi-global matching was proposed and applied to aerial imagery [Hirschmüller, 2008; Hirschmüller and Scharstein, 2009].
In this paper we present and discuss some results obtained with a new proprietary matching strategy for DSMs generation, which is implemented into the SISAR software developed at the Area di Geodesia e Geomatica – Università di Roma "La Sapienza". In order to assess the accuracy of the new strategy, some tests were carried out, using a stereo pair of Augusta coastal zone (Sicily, South Italy) acquired from WorldView-1 and one of the first available GeoEye-1 stereo pair, which was acquired over Rome. The results show that an accuracy at the level of about 2 m is achievable in open areas with both WorldWiew-1 and GeoEye-1 stereo pairs, whereas higher errors are displayed in urban areas. For WorldWiew-1 the results are still acceptable, being the accuracy at the level of 3 meters, but for GeoEye-1 the DSM extracted over a very dense urban area are much worse, with an accuracy at the level of 8-10 meters. Nonetheless, the new matching strategy has been proven effective, performing always better if compared with the one implemented into a well known and largely used software as PCI-Geomatics.
In order to evaluate the potentiality of the new matching strategy and the accuracy of the extracted DSMs, some tests were carried out. In details, two stereo pairs acquired byWorldView-1 and GeoEye-1 satellites have been used to compare the DSMs generated with the new strategy to those derived using the well known commercial software PCI Geomatics v.10.2 (OrthoEngine).

1. Introduzione

Per ottenere le principali informazioni metriche necessarie alla ricostruzione piano-altimetrica di un'area, profili e sezioni dell'opera si possono utilizzare sia metodi tradizionali di misura a terra come livelli, teodoliti, rilievi con GPS, sia metodi di telerilevamento. Il telerilevamento, in inglese Remote Sensing, è la disciplina scientifica che mediante misure di radiazione elettromagnetica emessa, riflessa o trasmessa permette di ricavare informazioni qualitative e quantitative sull'ambiente o su oggetti distanti.

Frequentemente data la vastità dell'area da indagare per la produzione della cartografia sono utilizzate tecniche di fotogrammetria aerea e satellitare. Negli ultimi anni sono stati fatti molti progressi tecnologici

soprattutto nell'ambito della fotogrammetria satellitare, con la messa in orbita della seconda generazione di satelliti (EROS A e B, QuickBird, Ikonos II, WorldView, GeoEye-1, Cartosat dedicato alla acquisizione di stereocoppie) è possibile ormai utilizzare le immagini digitali ad alta risoluzione con precisione a terra dell'ordine del metro (varia da 0.40m di GeoEye-1 a 2.5m di Cartosat). Il telerilevamento satellitare ha dei pregi fondamentali come, per esempio, la possibilità di eseguire acquisizioni a intervalli regolari, garantendo così un monitoraggio continuo della zona, o la possibilità di acquisire dati in territori in via di sviluppo dove è più complicato e costoso organizzare dei voli fotogrammetrici.

Le immagini satellitari ad alta risoluzione si sono definitivamente affermate come strumento in grado di fornire dati preziosi nello studio della superficie terrestre. Tuttavia, le immagini acquisite dai sensori, prima di essere utilizzate a scopi metrici (per la produzione di ortofotocarte o di modelli digitali delle superfici), vanno corrette in quanto affette da una serie di deformazioni, dovute principalmente alla modalità di acquisizione e alla morfologia del terreno. Questo processo di rimozione delle distorsioni prende il nome di ortorettificazione.

Esistono due classi principali di modelli di orientamento delle immagini satellitari: il modello rigoroso, basato sulle equazioni di collinearità, e il modello generico in cui la trasformazione tra coordinate immagine e coordinate oggetto viene descritta tramite una relazione funzionale di tipo matematico, non tenendo conto del processo fisico-geometrico di acquisizione dell' immagine (RPC). In seguito all'orientamento delle immagini, il passo necessario per l'estrazione di un modello digitale della superficie (DSM) è il *Matching* tra le immagini.

I modelli digitali della superficie sono ormai di fondamentale importanza per il loro utilizzo in diverse applicazioni, come la produzione di ortofoto, *change detection* spaziale e temporale, analisi spaziali, visualizzazione dei dati. Le tecniche per l'acquisizione del dato altimetrico sono varie: rilievi lidar, rilievi satellitari, fotogrammetria aerea. L'estrazione di DSM da stereo coppie satellitari ad alta risoluzione si presenta come un'alternativa molto vantaggiosa, grazie alla semplicità di acquisizione dei dati e alla disponibilità di numerosi software commerciali e di algoritmi in grado di estrarre modelli digitali 3D (Toutin,2000).

Grazie ai satelliti ad alta risoluzione lanciati in orbita nell'ultimo decennio i prodotti estratti da stereo coppie satellitari raggiungono accuratezze elevate, confrontabili con quelle relative a prodotti estratti con rilievi aereofotogrammetrici.

Nel presente lavoro è stata posta l'attenzione sulle possibilità di estrarre DSM da immagini acquisite dai satelliti ad alta risoluzione quali WorldView-1 e GeoEye-1 utilizzando, per l'orientamento, per il processo di matching e infine per l'estrazione del DSM, sia il software scientifico SISAR sviluppato presso l'Area di Geodesia e Geomatica dell'Università di Roma che il software commerciale *PCI Geomatics OrthoEngine v10.2*. Per esplorare le potenzialità dell'algoritmo implementato all'interno del software scientifico l'accuratezza dei DSM estratti è stata valutata effettuando confronti con DSM di riferimento di elevata accuratezza.

La prima parte del lavoro è dedicata a considerazioni riguardanti l'orientamento delle stereo coppie WorldView-1 e GeoEye-1, eseguite sia con il software commerciale *OrthoEngine* v.10.2 che con il software scientifico SISAR utilizzando entrambi i modelli di orientamento (modello rigoroso e modello RPC). La seconda parte è invece dedicata alla fase di estrazione del DSM e alla valutazione della sua accuratezza, attraverso i confronti con i rispettivi DSM di riferimento.

2. Risultati dell'orientamento delle stereo coppie WorldView-1 e GeoEye-1

La stereo coppia acquisita in modalità *in-track* dal satellite WorldView-1 copre un'area di circa 400 km^2 nella zona della città di Augusta (Sicilia - Sud Italia); è stata acquisita nel Giugno del 2008. Le due immagini

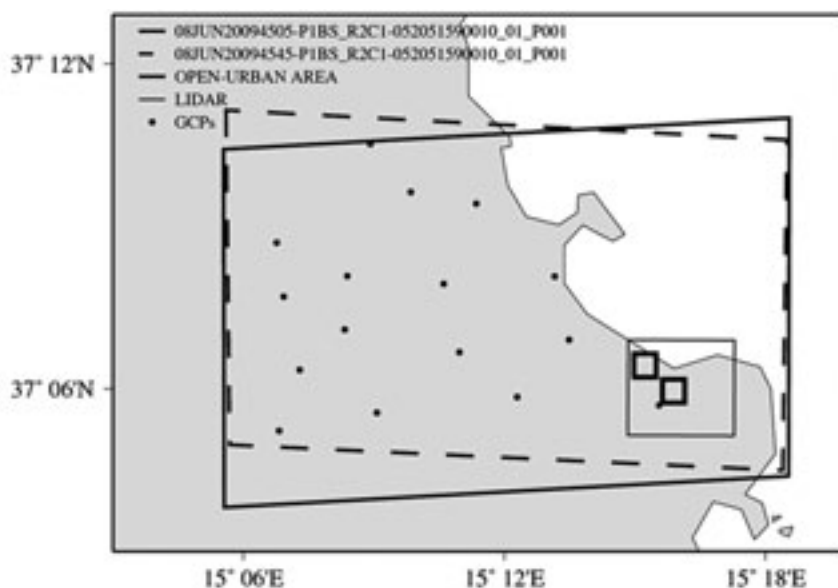



Fig. 1 - *Area di Augusta, distribuzione dei GCPs e dei tiles.*

inoltre sono acquisite una in modalità "*forward*", ossia da Nord a Sud, con angolo di off-nadir di 66° e l'altra in modalità "*reverse*", ossia da Sud a Nord, con angolo di off-nadir di 82°, con una risoluzione spaziale media a terra di 0.55 m.

La stereo coppia acquisita dal sensore GeoEye-1, anche essa in modalità *in-track* e *"Reverse"*, copre l'area della città di Roma, il suo GSD è di 0.50 m, inoltre è stata acquisita nel mese di Dicembre del 2009 alle 8:00 del mattino con inclinazione del Sole di 24° (Toutin,2004).

Entrambe le immagini sono state orientate con il software commerciale *OrthoEngine* e con il software scientifico SISAR utilizzando il modello rigoroso e il modello RPC. L'orientamento con il modello rigoroso è stato eseguito utilizzando rispettivamente 9 dei 16 *Ground Control Points* (GCPs) disponibili per l'immagine di WorldView-1 e 10 dei 29 GCPs per l'immagine di GeoEye-1(Fig. 1 e Fig. 2a).

Per l'orientamento della stereo coppia GeoEye-1 con il modello RPC, utilizzando gli RPC forniti insieme al file di metadata, le prove sono state eseguite senza l'utilizzo di punti a terra e con 1 e 3 GCPs, numero necessario per la stima rispettivamente di una traslazione e di una trasformazione affine. Si vuole far notare che mentre per la prima immagine i punti sono uniformemente distribuiti sull'intera stereocoppia per la seconda i GCP a disposizione si trovano nell'angolo Nord Ovest dell'immagine per cui solo quella parte dell'immagine è stata analizzata (Fig. 2a). Tutti i punti, sia quelli di Augusta che quelli di Roma, sono stati acquisiti con rilievi GPS in modalità RTK con accuratezza media dell'ordine di 0.1 m in planimetria e 0.2 m in quota (Crespi et al., 2009).

I risultati dell'orientamento con il modello rigoroso, riportati in Tabella 1, mostrano ottime accuratezze ottenute con il software SISAR per quanto riguarda l'immagine Worldview-1 dell'ordine del 0.5-1 pixel in planimetria e 1.5 pixel in quota mentre il software *OrthoEngine* mostra accuratezze dell'ordine 1.5 pixel in planimetria e molto elevate in quota (circa 6.5 pixel) dovute probabilmente a un'errata modellizzazione della modalità di acquisizione delle immagini; infatti si ricorda che le due strisciate sono state acquisite una in modalità "*forward*" e l'altra in modalità "*reverse*". Il livello di accuratezza per l'immagine

Modello Rigoroso							
		RMSE CP					
		SISAR			OrthoEngine		
Sensore	# GCP	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]
WorldView-1	9	0.61	0.32	1.08	1.55	1.65	3.37
GeoEye-1	10	0.50	0.87	1.14	1.24	0.71	1.59
Modello RPC							
Sensore	# GCP	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]
GeoEye-1	0	3.81	3.59	4.58	Non disponibili		
	1	0.54	0.62	1.45			
	3	1.04	0.56	1.51			

Tab. 1 - *Risultati dell'orientamento delle stereo-coppie acquisite da WorldView-1e GeoEye-1 usando il modello rigoroso e il modello RPC.*

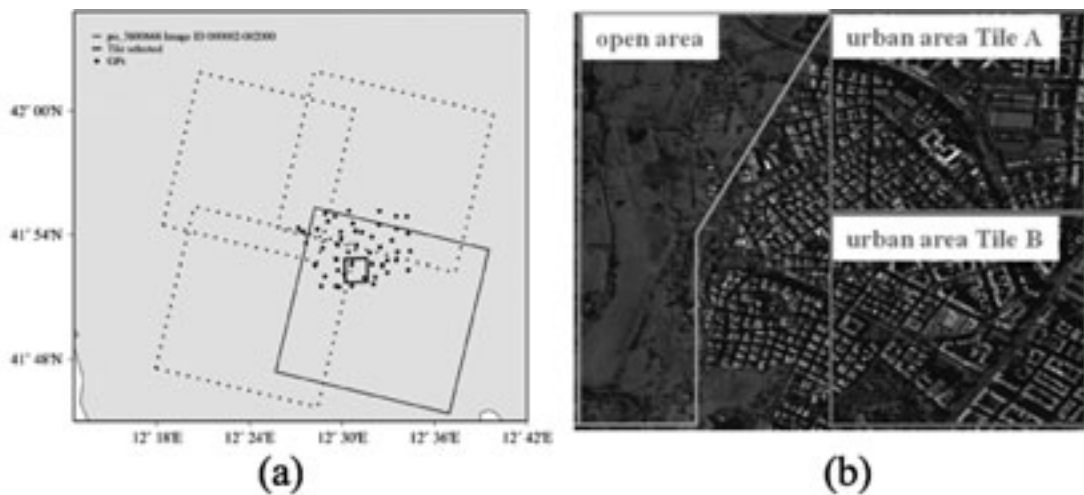



Fig. 2 - *Area di Roma - (a) Distribuzione dei GCPs (b) tiles selezionati.*

di GeoEye-1 è circa dello stesso ordine di grandezza per entrambi i software (leggermente più accurato è SISAR nella componente Est e in quota, mentre lo è *OrthoEngine* nella componente Nord). Per quanto riguarda il modello RPC, utilizzato esclusivamente per orientare la stereo coppia GeoEye-1, sono riportati le accuratezze ottenute utilizzando rispettivamente zero, uno, tre GCPs. Non è stato possibile effettuare un confronto tra i due software in quanto con *OrthoEngine* non è possibile visualizzare i risultati delle accuratezze della stereo coppia sui CPs.

3. Generazione dei DSM dalle stereo coppie WorldView-1 e GeoEye-1 e valutazione dell'accuratezza

Per quanto riguarda l'*image matching* il punto cruciale è definire una strategia per l'individuazione dei punti omologhi. Le tecniche classiche, di cui si è già parlato (ABM e FBM), non sembrano essere in grado di modellizzare correttamente le complesse deformazioni presenti nelle aree urbane. Qui di seguito viene presentato un metodo avanzato di *image matching* basato su una soluzione gerarchica, simile a quella già sviluppata da altri autori (Zhang and Gruen, 2006), con un effettiva combinazione di un algoritmo di ABM con i vincoli geometrici imposti dal modello di orientamento.
Le deformazioni presenti nelle immagini satellitari vengono modellizzate utilizzando una serie di trasformazioni affini stimate a partire dai coefficienti RPC. Successivamente per trovare la corrispondenza tra punti omologhi vengono utilizzate le trasformazioni affini; sono considerati corrispondenti tutti quei punti in cui il coefficiente di cross-correlazione supera una certa soglia scelta. Infine per raffinare la posizione dei punti viene utilizzato un *Least Square Matching* (LMS), in questo modo è possibile raggiungere una precisione sub-pixel. In questa maniera è stato possibile, collegando la fase dell'orientamento a quella del *matching,* migliorare i risultati in termini di accuratezza dei DSM nelle aree urbane.

Per valutare le potenzialità della nuova strategia sviluppata, il processo di estrazione dei DSMs è stato eseguito sia con il software commerciale *OrthoEngine* v.10.2 che con l'algoritmo implementato all'intero del software scientifico SISAR. La tecniche di *matching* utilizzate all'interno del software *OrthoEngine* non sono note, comunque sia, osservando i DSM, si può presumere che la ricerca dei punti sia stata effettuata utilizzando una mappa di disparità ottenuta con una programmazione dinamica (Birchfield and Tomasi, 1998, 1999), sono ben visibili le "stripes" tipiche di questa tecnica.

Per valutare l'accuratezza sono stati effettuati vari test, selezionando diversi tiles, sia per la stereocoppia di Worldview-1 che per quella di GeoEye-1, al fine di investigare anche gli effetti dovuti alla diversa morfologia del terreno (Fig. 2b e Fig. 3).

Le coppie di punti omologhi vengono poi restituite con il software SISAR: per la stereo coppia WorldView-1 utilizzando il modello rigoroso mentre per la stereo coppia GeoEye-1 il modello RPC. La nuvola di punti a terra ottenuta è stata interpolata su griglia regolare a maglia quadrata di passo 2 m sia per la stereocoppia di Augusta che per quella di Roma.

Fig. 4 - *Cartografia 3D scala 1:2000.*

La valutazione dell'accuratezza di tutti i DSMs estratti è eseguita servendosi del software DEMANAL (Crespi et al., 2008) sviluppato dal Prof. K. Jacobsen dell'Università di Hannover. Il programma esegue una interpolazione bilineare dei punti del DSM estratto sul DSM di riferimento. I valori di RMSE sono stati calcolati al 95% di probabilità (LE95).

I DSMs ottenuti dalla stereo coppia WorldView-1 sono stati confrontati con il DSM derivante da un rilievo Lidar interpolato con metodo bilineare con maglia avente un passo di 1.5 m e con accuratezze dell'ordine di 10 cm sia in planimetria che in quota; i DSMs estratti dalla stereo coppia di GeoEye-1 sono stati confrontati con una cartografia 3D a scala 1:2000 con passo di 2 m e accuratezze dell'ordine di 40 cm (Fig. 4).

Open area				
	% removed points	bias [m]	σ [m]	RMSE Z [m]
OrthoEngine	5	-0.04	1.79	1.79
SISAR	5	-0.76	1.50	1.68
Urban area				
	% removed points	bias [m]	σ [m]	RMSE Z [m]
OrthoEngine	5	-1.02	4.57	4.68
SISAR	5	0.11	3.06	3.09

Tab. 2 - *Confronto risultati DSMs estratti dai due tiles di Augusta.*

Fig. 5 - *Area di Augusta - (a) OrthoEngine DSM* e *(c) SISAR DSM dell'area rurale, (b) OrthoEngine DSM* e *(d) SISAR DSM dell'area urbana (sotto).*

3.1 Risultati DSM estratti dalla stereo-coppia WorldView-1

Per valutare i DSMs estratti dalla stereo coppia di WorldView-1 sono stati selezionati 2 *tiles* uno costituito solo da area rurale, uno da area urbana al fine di valutare la dipendenza dell'accuratezza dalla copertura del suolo (Fig. 3a e Fig. 3b). I valori dell'accuratezza in quota (RMSE Z nella Tab. 2), ottenuti con i due software, risultano paragonabili nell'area rurale; leggermente inferiore il valore dell'errore per il software SISAR anche se il DSM estratto presenta un bias maggiore rispetto a quello di *OrthoEngine* (approssimativamente di 70cm).

Nell'area urbana il DSM del software *OrthoEngine* presenta un'accuratezza decisamente inferiore rispetto al DSM ottenuto con il software scientifico SISAR (Tab.2), i valori dello RMSE Z sono dell'ordine dei sei *pixel* per il DSM estratto con SISAR e di nove *pixel* per quello estratto con *OrthoEngine*. Come si può osservare nell'immagine (Fig. 5b e d) rappresentante i DSMs dell'area urbana, l'algoritmo utilizzato nel software scientifico SISAR permette un riconoscimento più dettagliato degli edifici mentre nel DSM estratto con *OrthoEngine* le strade vengono rilevate con molta difficoltà (Crespi et al., 2010b). In entrambi i DSMs ci sono delle zone di *nodata value* (macchie nere), dove non è stato possibile ricostruire la morfologia del terreno, inoltre nel DSM di *OrthoEngine* sono presenti anche delle zone bianche, dove i valori erronei dell'elevazione (dell'ordine delle centinaia di metri) sono dovuti a errori nella fase del *matching*.

3.2 Risultati DSM estratti dalla stereo-coppia GeoEye-1

Per quanto riguarda la zona test di Roma, per entrambi i software sono stati estratti tre *tiles,* uno in un area aperta e altri due in zone fortemente edificate (Fig. 2b). La stereo coppia è stata orientata tramite il modello RPC utilizzando rispettivamente zero, uno, tre GCPs. Per tutte le prove effettuate i risultati degli RMSE Z ottenuti sono riportati in Tab. 3.

Nell'area di campagna il comportamento dei due software è praticamente identico e il livello di accuratezza raggiunto in termini di RMSE è pari a 3,5 m utilizzando zero GCP e di circa 2 m con uno e tre GCP; si nota come non c'è un sostanziale miglioramento utilizzando un numero superiore di GCP. Si può notare inoltre che per entrambi i software il termine sigma risulta essere indipendente rispetto al numero di GCP utilizzati.

In entrambi i *tiles* urbani, grazie al nuovo algoritmo di *matching* implementato in SISAR, i DSMs estratti risultano essere sempre più accurati rispetto a quelli di *OrthoEngine* (Tab. 3), anche se l'accuratezza in termine di RMSE non risulta essere soddisfacente se paragonata con quella che si è ottenuta nell'area urbana di Augusta con le immagini di WorldView-1. Nel *Tile* A i risultati migliori in termini di RMSE si attestano sull'ordine dei 12 m di *OrthoEngine* e 8 m di SISAR utilizzando 1 GCP. Nel *Tile* B la differenza fra i due software è ancora più marcata in termini di bias (differenze comprese tra 6-7 m in valore assoluto).

Area di Campagna												
DSM	**0 GCP**				**1 GCP**				**3 GCPs**			
	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]
OrthoEngine	3.45	1.85	2.92	5.35	1.84	1.84	0.04	5.25	1.92	1.90	-0.30	5.31
SISAR	3.45	1.85	2.91	5.50	2.08	1.87	0.91	5.70	1.97	1.92	0.44	5.70
Area Urbana Tile A												
DSM	**0 GCP**				**1 GCP**				**3 GCPs**			
	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]
OrthoEngine	14.42	9.33	10.99	22.10	12.01	9.07	7.88	21.50	11.87	9.08	7.64	21.50
SISAR	10.30	7.85	-6.67	20.00	8.02	7.55	2.73	19.80	8.11	7.55	2.95	19.80
Area Urbana Tile B												
DSM	**0 GCP**				**1 GCP**				**3 GCPs**			
	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]	RMSE [m]	σ [m]	bias [m]	LE95 [m]
OrthoEngine	17.52	10.49	14.03	21.20	14.76	10.06	10.80	20.00	14.87	9.98	11.02	19.70
SISAR	11.93	8.94	-7.90	21.50	9.50	8.54	-4.15	20.80	9.77	8.54	-4.75	20.80

Tab.3 - *Risulti dei DSM estratti dalla stereo-coppia di GeoEye-1.*

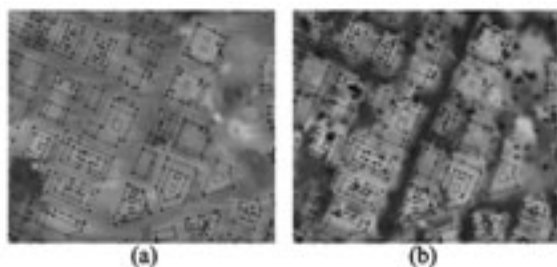



Fig. 6 - *Area di Roma - (a) SISAR DSM e (b) OrthoEngine DSM.*

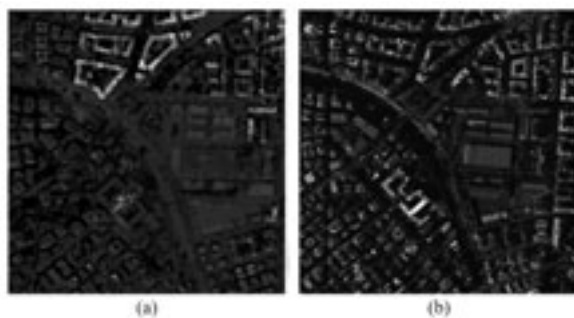



Fig. 7 - *Mappa dell' errore (a) e immagine (b) del Tile A di Roma.*

Per analizzare le cause di questi scarsi risultati e comprendere meglio il differente comportamento dei due software sono state effettuati ulteriori verifiche. Nella Fig. 6 sono stati sovrapposti i contorni degli edifici estrapolati dalla cartografia ai i DSM ottenuti con i due software, anche in questo caso l'algoritmo implementato in SISAR riesce, anche se con difficoltà, a trovare punti omologhi nella superficie stradale (Crespi et al., 2010a) al contrario il software *OrthoEngine* non riesce a modellizzare correttamente la morfologia complicate dell'are urbana di Roma.

Inoltre è stata calcolata la mappa dell'errore del DSM di SISAR del *tile* A nella quale, Fig. 7a, si possono distinguere facilmente delle aree nere di errore corrispondenti alle zone alberate, ricostruite correttamente dal software ma non presenti nella cartografia a scala 1:2000 utilizzata come DSM di riferimento. Partendo da queste considerazione, i DSMs sono stati valutati solamente nelle area degli edifici ottenendo dei risultati migliori anche se non ancora soddisfacenti (5 m di sigma e 1.5 m di bias).

4. Conclusioni

In conclusione le nuove tecniche e metodologie di rilievo e d'indagine del territorio tramite telerilevamento sono uno strumento indispensabile per l'aggiornamento della cartografia e dei dati catastali oltre che per studi d'impatto ambientale, monitoraggio del territorio e progettazione d'infrastrutture.

L'alta risoluzione e la buona qualità radiometrica delle immagini acquisite da sensori quali GeoEye-1 e WorldView-1, permettono di generare Modelli Digitali della Superficie (DSM) con accuratezze comparabili con quelli ottenibili da immagini aeree a media scala. L'accuratezza di un DSM dipende dall'orientamento della stereo coppia e dalle strategie di *matching*, entrambi questi processi sono stati approfonditi per migliorare le potenzialità delle immagini satellitari ad alta risoluzione. I risultati ottenuti con i modelli di orientamento sviluppati nel software SISAR sono paragonabili e in alcuni casi migliori di quelli ottenuti con il software commerciale *OrthoEngine*. Ad esempio nel software SISAR, per quanto riguarda l'immagine Worldview-1, i risultati dell'orientamento con il modello rigoroso sono dell'ordine di 0.5-1 pixel in planimetria e 1.5 pixel in quota mentre il software *OrthoEngine* mostra accuratezze dell'ordine 1.5 pixel in planimetria e molto elevate in quota (circa 6.5 pixel) dovute probabilmente a un'errata modellizzazione della modalità di acquisizione delle immagini.

Il tema principale della ricerca è stato quello di sviluppare una metodologia completa atta a processare il Matching, è stato quindi implementato un nuovo algoritmo nel quale la fase del Matching è stata combinata con quella di orientamento.

L'algoritmo sviluppato per effettuare il *matching*, implementato all'interno del software SISAR, è stato testato nelle varie aree scelte; si è notato come sia promettente il comportamento soprattutto

nelle aree urbane, dove normalmente i classici algoritmi di *matching* incontrano difficoltà nel trovare la correlazione. Nella stereo coppia di WorldView-1 l'accuratezza raggiunta con SISAR si attesta intorno a 3 pixel nella *open area* e 6 pixel nella *urban area*. Altri test saranno necessari per valutare al meglio le potenzialità del sensore GeoEye-1 in quanto entrambi i software generano dei DSMs con una accuratezza di circa 10 metri, sicuramente non rappresentativi rispetto potenzialità del sensore.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia sinceramente il Prof. K. Jacobsen per aver reso disponibile il software scientifico DEMANAL e la società e-Geos S.p.a. per aver a fornito le stereo-coppie di WorldView-1 e di GeoEye-1. Inoltre ringrazia il Prof. M. Crespi e tutti i colleghi e amici che quotidianamente collaborano attivamente all'attività di ricerca.

Bibliografia

BIRCHFIELD S., TOMASI C. (1998) - *A pixel dissimilarity measure that is insensitive to image sampling*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(4): 401-406

BIRCHFIELD S., TOMASI C. (1999)- *Depth discontinuities by pixel-to pixel stereo*. International Journal of Computer Vision, 35(3): 269-293

CRESPI M., FRATARCANGELI F., GIANNONE F., COLOSIMO G., PIERALICE F., JACOBSEN K. (2008), *Geometric Potential Of Cartosat-1 Stereo Imagery,* Proceedings of XXI ISPRS Conference, Beijing, China

CRESPI M., FRATARCANGELI F., GIANNONE F., PIERALICE F. (2009) - *Overview on models for high resolution satellites imagery orientation*, Li D., Shan J., Gong J. (Eds.), Geospatial Technology for Earth Observation data, Springer, Heidelberg Chapter 4

FRASER C. S. AND HANLEY H. B. (2003). *Bias compensation in rational functions for Ikonos satellite imagery*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 69(1), pp. 53-57

CRESPI M., CAPALDO P., FRATARCANGELI F., NASCETTI A., PIERALICE F. (2010a), *Geometric potentiality of GeoEye-1 in track stereo pairs and accuracy assessment of generated digital surface model.* Proceedings EARSeL Symposium, Parigi, Francia.

CRESPI M., CAPALDO P., FRATARCANGELI F., NASCETTI A., PIERALICE F. (2010b), *Stereo image matching strategies: implementation of algorithms based on corner detection and dynamic programming* Proceedings IEEE gold remote sensing conference, Livorno,Italia.

GRUEN A. W. (1985) *Adaptive least squares correlation: a powerful image matching technique*

HANLEY H. B., FRASER C. S. (2004). *Sensor orientation for high-resolution satellite imagery: further insights into bias-compensated RPC*. http://www.isprs.org/istanbul2004/comm1/papers/5.pdf

HIRSCHMÜLLER H. (2008). Stereo Processing by Semi-Global Matching and Mutual Information. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 30(2), February 2008, pp. 328-341.

HIRSCHMÜLLER H. AND SCHARSTEIN D. (2009). Evaluation of Stereo Matching Costs on Images with Radiometric Differences. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 31(9), September 2009, pp. 1582-1599.

JACOBSEN K. (2006). *Digital Surface Models of city areas by very high resolution space imagery*. Proceedings of the 1st EARSeL Workshop of the SIG Urban Remote Sensing, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany

NASCETTI A. (2009*). A stereo image matching strategy based on corner detection and least squares refine-*

ment: algorithm implementation in IDL development environment and testing over high resolution satellite imagery. Degree Thesis (not published)

Tao C. V., Hu Y. (2001). *A comprehensive study of the rational function model for photogrammetric processing.* Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 67(12), pp. 1347-1357

Tao C. V. and Hu Y. (2002). *3D reconstruction methods based on the rational function model*. Photogrammetric Engineering &Remote Sensing, vol. 68(7), pp.705-714

Tang L., Wu C.,Chen Z. (2002) *Image dense matching based on region growth with adaptive window* Pattern Recognition Letters 23 1169–1178

Toutin T. (2004), *Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods*, International Journal of Remote Sensing 10 p. 1893-1924

Toutin T. (2000), *Elevation modeling from satellite data*, Enc. of Analytical Chemistry: Applications, Theory and Instrumentation 10 p. 8543-8572

Zhang L., Gruen A. (2006). *Multi-image matching for DSM generation from IKONOS imagery.* ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 60: p. 195–211

DIVIDERE SULLA CARTA: CINQUECENTO ANNI DI STORIA DEI CONFINI ALTOADRIATICI ATTRAVERSO LE CARTE ANTICHE

Orietta Selva - Dragan Umek*

1. La carta: da prodotto iconografico a strumento di potere

L'attenzione per gli eventi che continuano a interessare il confine orientale d'Italia non è una questione legata solo al presente ma risale a molti secoli or sono e accomuna molti ambiti disciplinari. Questo interesse scaturisce, come ci ricordava Giorgio Valussi (1972, p. 23), dalla necessità di sapere come mai sin dall'antichità si sia stabilito un confine politico e non naturale nella regione compresa fra le Alpi Giulie e la parte più settentrionale dell'Adriatico, e come mai questo sia più volte mutato nel tempo.

La questione è ardua da redimere proprio per le complesse caratteristiche dell'area Alto Adriatica, crogiuolo di etnie e lingue differenti, dove lo stesso spazio è stato conteso in diverse epoche dagli Stati che condividevano gli stessi confini, e dove l'elemento confinario è stato frequentemente motivo di dura separazione ideologica.

La conoscenza del territorio Alto Adriatico e dei suoi mutevoli confini può essere facilitata anche dall'analisi diacronica di carte storiche. La lettura della rappresentazione della realtà di cui esse sono portatrici deve essere fatta alla luce sia della conoscenza del lungo processo di evoluzione culturale e tecnica della cartografia in generale, sia delle esigenze di informazioni spaziali poste dall'epoca in cui le carte sono state redatte. In questo senso, il documento cartografico diviene una fonte preziosa per la conoscenza delle dinamiche territoriali, in particolare se considerato non solo come possibile specchio del dato reale, bensì come dato costruito, plasmato in modo più o meno consapevole dai valori e dagli obiettivi propri del suo artefice e del suo committente, all'interno di un determinato quadro storico, sociale, culturale, politico, economico.

La fisionomia definitiva di questo *Catalogo* ha visto la scelta di materiali cartografici originali che coprono un ampio arco temporale, partendo dai documenti di matrice gastaldina e mercatoriana fino a giungere ai prodotti matematico geodetici curati dai diversi Istituti Militari nati e sviluppatisi a partire dal XIX secolo. Si tratta di pezzi sciolti, di carte facenti parte di raccolte eterogenee, di atlanti e ancora di documenti prodotti come apparati cartografici di opere di diversa tipologia, fattura e genere.

Sta di fatto che questi reperti iconografici assumono particolare significato perché all'importanza che di consueto si attribuisce loro – appunto perché soddisfano il bisogno di rappresentare in forma piccola e maneggiabile, e in modo evidente, proporzionale e possibilmente completo, il territorio – si aggiunge il fatto che essi rappresentano o possono rappresentare nella storia del pensiero e dell'attività umana un punto di concentrazione e di sintesi, tanto da essere quasi un "monumento" atto a fissare gli stadi di

---

* *Dipartimento di Scienze della Formazione e dei Processi Culturali*, Università degli Studi di Trieste. L'intero lavoro è stato ideato, discusso e redatto con unità di intenti, ma ciò non ha escluso una divisione dei compiti. Il testo introduttivo è frutto del comune impegno dei due autori, tuttavia a Orietta Selva va attribuito il paragrafo 1, *La carta: da prodotto iconografico a strumento di potere*, mentre a Dragan Umek il paragrafo 2, *Per un quadro geostorico*. Le attribuzioni delle schedature cartografiche sono indicate in calce dalle seguenti sigle di abbreviazione: Orietta Selva [O.S.], Dragan Umek [D.U.].

progresso o di regresso nella estrinsecazione di tale pensiero e di tale attività, indicando il percorso della scienza e il progresso delle conoscenze.

Nel prodotto iconografico la visione di un territorio è organizzata attraverso l'arte grafica, ma l'apparente staticità o fissità dell'immagine non deve trarre in inganno i lettori più avvertiti, e deve essere filtrata dalla consapevolezza di una vita dinamica del soggetto-territorio connaturata e preesistente a qualsiasi fase di "messa sulla carta". Quello che sovente si esclama commentando un'opera di pittura o scultura: "Ma sembra vivo! Ma sembra vero!", sottintendendo la vitalità e il movimento innati al soggetto ritratto, lo si dovrebbe intimamente esclamare anche di fronte al "ritratto di un territorio" quale è il documento cartografico.

Per tanto la ricerca del geografo e dello storico non deve limitarsi al solo prodotto geocartografico, ma deve comprendere anche altri fattori, quelli che presiedono le caratteristiche, l'organizzazione e la trasformazione continua di un territorio e quelli che sovrintendono a ogni raffigurazione della superficie terrestre. Infatti, l'oggetto principale della cartografia, il territorio, è uno spazio geografico in cui, sul sostrato di dinamiche naturali si appoggia e si insedia l'altrettanto dinamico processo di territorializzazione umana, con tutti i suoi strumenti di reificazione e strutturazione, ovvero tutti quegli elementi che concorrono alla costruzione e all'appropriazione materiale dello spazio e i contesti operativi che permettono di realizzare un programma sociale su base territoriale, tra i quali l'elemento politico diventa una discriminante imprescindibile.

La cartografia storica che lungo i secoli ha *ritratto* e *fotografato* le modificazioni e le evoluzioni fisiche sia di ordine naturale, sia di prerogative umane, pur essendo una raffigurazione "imperfetta", legata alle conoscenze specifiche dell'epoca e limitata alle fonti disponibili al momento della sua stesura, assume nel campo della geografia storica notevole valore per le informazioni sempre oltremodo importanti, attraverso le quali ci è consentita la ricostruzione del paesaggio e dell'ambiente nei secoli trascorsi.

I documenti cartografici in *Catalogo* partono dal XVI secolo, quando inizia a muoversi il processo di formazione degli Stati Nazionali e le questioni confinarie acquisiscono una valenza per la quale le scale di mappe pseudo-catastali o dei disegni per le Camere dei confini non sono più appropriate. La rappresentazione documentaria, infatti, dovrà rivelarsi il mezzo per la conoscenza e soprattutto per il controllo del territorio tutto.

Così, ogni raffigurazione, dopo essere stata per secoli una pratica guida e insostituibile mezzo di orientamento oltre che negli spostamenti umani, soprattutto nelle percezioni spaziali, nelle esplorazioni e nella costruzione di una topologia del dentro e del fuori, del vicino e del lontano, dei confini naturali e dei confini mentali, dal Cinquecento in poi ritorna ad assumere anche quei ruoli di controllo del territorio, già manifestatisi in antico peraltro, e che sono quelli che la legheranno sempre più prepotentemente al potere politico e, quindi, anche a quello militare.

Che il prodotto cartografico si trovasse, per esempio, in forma di globo nella mano della statua di Pompeo Magno, o sotto i piedi di quella di Cesare o ancora, con descrizione più estesa e più puntuale, dipinto nella *Porticus Vipsania* della Roma Imperiale, e secoli dopo, in una Galleria o in una Sala delle Carte, come quella di Cosimo I a Firenze, era un fatto proteso a dare una forma visibile al concetto di dominio, secondo una precisa strategia culturale di pubblica autocelebrazione del potere, che controllava la produzione cartografica e la sua accessibilità, a supporto della sua logica politica (Dematteis G. 1996).

Una visibilità resa tale attraverso l'uso di espedienti artistici quali un'iconografia affidata a modelli estetici imposti dal gusto del potere e per il popolo filtrati attraverso la capacità didascalica dell'allegoria.

Un uso della cartografia, questo, che proprio dal XVI secolo in avanti, conosce una particolare sottolineatura nei cartigli celebrativi che ricordano la figura intermediaria tra il potere e gli occhi del popolo: il geografo del Re, come Nicolas Sanson alla corte di Luigi XIII.

Lo stretto legame tra cartografia e potere ha influito anche sui modi e sui luoghi di conservazione di essa, e sulla sua accessibilità. Per un lungo periodo della storia, la cartografia può rientrare a pieno titolo tra gli *Arcana Imperii,* come ci dimostra la sua manipolazione e la segretezza di alcuni suoi usi. *Colui che detiene l'informazione detiene il potere*, fu una consuetudine sempre tangibile. Solamente quando vi sarà libero accesso alle informazioni potrà essere garantita una decisa vocazione allo sviluppo. Non sarà un caso che nel clima della Rivoluzione francese i due astronomi Jean Baptiste Joseph Delambre e Pierre Méchain, incaricati di misurare il quarto del meridiano che, passando per Parigi, unisce il Polo Nord all'Equatore, allo scopo di derivarne il "metro" ovvero la nuova unità di lunghezza che in tutta la Francia avrebbe dovuto sostituire il vecchio "piede del Re", di valore diverso in ogni regione del Regno e controllato dai nobili, depositeranno nel 1799 il campione materiale della nuova unità di misura non più nel Tesoro del Re dove si custodivano le carte che asserivano i suoi diritti sulla terra, ma nei nuovi Archivi della Repubblica, aperti alle mani del popolo, perché la Terra, sulla quale il metro era stato misurato, era cosa di tutti. Far dipendere il "metro" dalla misura della Terra attraverso il meridiano significava, infatti, garantire un campione di misura universale, eterno, non soggettivo, patrimonio di tutti, accessibile e verificabile da tutti. Dunque, determinare "la Misura" alla quale sola si sarebbe dovuta rapportare ogni distanza, interpretava simbolicamente la ricerca di attuazione del principio di uguaglianza tra gli uomini, uno dei valori fondanti dello spirito della Rivoluzione e della nuova visione del mondo che animava la "Dichiarazione dei diritti dell'uomo e del cittadino", proclamata a Parigi dieci anni prima (Guedj D. 2004).

Si trattò di un primo passo anche verso l'affermarsi della topografia militare, una vera e propria disciplina avente lo scopo di fornire una conoscenza quanto più possibile esatta proprio nei dettagli fisici ed umani affermatasi con gli ultimi anni del XVII secolo. I documenti, dunque, figureranno anche la tangibilità e l'oggettività delle caratteristiche confinarie, e saranno legati non solamente ad aree di estrema importanza storica cui ci si troverà di fronte nelle varie carte, anche se queste varieranno nella precisione del dettaglio a seconda delle epoche in cui verranno rappresentate, ma anche a delineazioni nelle quali i territori soggetti al controllo di potenze contrapposte s'incuneavano gli uni negli altri, in modo talmente complesso da formare talvolta delle vere e proprie isole all'interno del dominio nemico; ciò appare ben evidente nella carta prodotta da Majeroni-Capellaris nel 1778; essa, riportando un disegno ricco di particolari, testimonia la sua elaborata costruzione soprattutto là dove non si riusciva né a modificare le sistemazioni né a fissare con certezza i diritti territoriali delle grandi potenze contrastanti e tutto ciò anche se trattati di pace e negoziati politici cercavano di sanare queste situazioni (Porcedda D., 2001).

Tuttavia le spinte più positive vennero fagocitate dalla Restaurazione. Infatti, il nuovo potere politico e militare, avvalendosi di questi documenti a carattere essenzialmente specifico, ebbe la possibilità di esercitare un controllo territoriale diretto, e soprattutto cominciò a sottolineare nella cartografia la preoccupazione di fornire riferimenti precisi per l'individuazione a fini militari di determinate zone. Se da un lato la storia della cartografia vede nei topografi di quest'epoca una sorta di pionieri dell'elaborazione sistematica delle raffigurazioni, dall'altro lato ritrova in sottofondo un retaggio dell'allegoria del Re, per cui al popolo doveva arrivare una percezione di estensione del potere e di protezione, al confinante ed eventuale nemico, invece, piuttosto una sensazione di controllo, quando non di minorità e impotenza, ai sensi del principio di equilibrio decretato dal Congresso di Vienna, le cui lunghe conseguenze non tarderanno a manifestarsi già nel secolo XIX con i movimenti risorgimentali e più ancora con le Guerre Mondiali del secolo successivo.

In questo quadro, il confine naturale che tutto sommato avrebbe potuto presentare pure dei pertugi di infiltrazione venne progressivamente sostituito con confini marcati a tavolino, tra i cui esiti peggiori basti ricordare il mosaico colonialista africano, la definizione del confine indo-pakistano nel processo di

decolonizzazione dell'Asia del Sud dall'Impero Britannico nel 1947 e, più vicine a noi, le questioni Istriana e Balcanica.

La selezione dei documenti cartografici proposti assume in quest'ottica anche un carattere didattico, di interpretazione dei fatti e delle motivazioni che sovrintesero ad ogni linea di confine segnata, poiché non sempre le grandi problematiche sono alla base di codesti tracciati. Una scelta, al contempo spaziale e temporale, che ci permette di visualizzare trasformazioni territoriali di una parte d'Europa, di quell'area di contatto tra il mondo latino, germanico e slavo in un arco di oltre quattro secoli. Questi documenti traducono su carta il respiro, a volte tumultuoso a volte lento, dei confini, un diaframma territoriale sempre alla ricerca di una difficile concordanza tra un limite naturale e un limite umano, ossia tra una linea entro cui esercitare la propria sovranità e il limite ricercato di una nazione in cui identificarsi (Cecotti F., 2010, p. 9).

2. Per un quadro geostorico

La rassegna – che non vuole e non è certamente esaustiva dell'argomento visti anche i ridotti spazi a disposizione – si propone di illustrare attraverso una serie di testimonianze cartografiche, l'evolversi degli accadimenti storici che hanno segnato le aree dell'Alto Adriatico dal secolo XVI al XX [1] determinando inevitabili e significativi mutamenti delle linee confinarie.

Pur restando nei limiti di un catalogo ragionato, le carte qui presentate testimoniano il susseguirsi delle vicende storiche che hanno caratterizzato queste aree, con la costruzione e lo smembramento del loro mosaico geopolitico. Testimoniano tra l'altro il declino della *Serenissima*, l'ascesa della *Casa d'Austria*, la costituzione del *Regno Lombardo-Veneto*, l'ingerenza di Napoleone con la costituzione delle *Province Illiriche*, la nascita del *Regno d'Italia* ma soprattutto la continua fluttuazione dei confini nello scacchiere dell'Europa centro-orientale.

Accanto ai confini di Stato, le linee tracciate rimarcano di volta in volta le aggregazioni e le divisioni delle unità amministrative, le contee (Gorizia e Gradisca), i governatorati (Venezia e Milano), le province (del Lombardo-Veneto), i *lander* austriaci, le regioni italiane ecc. con una precisione sempre maggiore quanto più la carta diventa strumento di governo del territorio.

L'insieme di questa breve raccolta è stimolo anche per una riflessione sul primo costituirsi e sulla diffusione di un organismo territoriale ritagliato attorno al concetto di stato-nazione, sulla crisi degli imperi plurinazionali, sulla loro lenta agonia fino al consolidarsi di partizioni territoriali rigide quale risultato di conflitti mondiali. Riflettere sui confini anche attraverso il prodotto cartografico storico, significa affrontare la storia degli stati, delle identità e delle culture politiche che hanno accompagnato la storia europea e che hanno conferito un nuovo assetto alle regioni adriatiche. Da queste carte si evidenzia come la mobilità dei confini sia da considerarsi una regola, una consuetudine ciclica più che una eccezione della storia europea, una mobilità che certo non facilita la comprensione delle dinamiche tra il territorio, la sovranità degli Stati e l'identità dei popoli.

Ma tornando al disegno dei documenti qui presentati, si può notare come la presenza del confine è sempre stata uno degli elementi caratterizzanti della cartografia di queste regioni. Nei primi documenti il confine appare semplicemente abbozzato, spesso usando la colorazione ad area o il tratto cromatico, senza però l'utilizzo di un segno convenzionale vero e proprio. Infatti, le colorazioni sono solitamente

[1] Tutti i materiali provengono dalla *Collezione Ruzzene* (Annone Veneto - Ve) e dalla Collezione Stener (Muggia - Ts) nonché dall'Archivio del *Laboratorio didattico-scientifico di Cartografia storica* e *Storia del territorio* del Dipartimento di Scienze della Formazione e dei Processi Culturali dell'Università degli Studi di Trieste.

poste a mano in un momento successivo alla stampa e sovrapponendosi al disegno originale. Solo successivamente la colorazione va a rafforzare ed evidenziare linee che il cartografo avrà disegnato con tratto continuo o puntinato. Le prime carte più che confini ed entità politiche, raffiguravano aree storico-geografiche in cui la loro individuazione era legata alle genti, alle popolazioni che abitavano queste terre e veniva testimoniata anche dall'utilizzo di diversi coronimi: si leggono, ad esempio, *Carstia*, *Carniola*, *Liburnia*, *Sclavonia,* aree segnalate ma dai limiti non ben definiti.

Un approccio nuovo verso la confinistica inizierà quando, all'affacciarsi della propria coscienza nazionale, i vari stati moderni cominceranno a costituirsi in modo sistematico e saranno quindi attenti a definire in termini puntuali i limiti del loro territorio. Infatti, come sottolinea Maria Paola Pagnini (1976), "lo studio dei confini è sempre legato anche ai periodi storici, per cui esso diventa più importante nel periodo di nascita degli Stati e comunque in epoche in cui prevale uno spirito nazionalistico". L'idea di confine o frontiera lineare, dunque, emergerà con lo Stato moderno, a partire dal XIV-XV secolo. Malgrado ciò, si tratterà di una linea più apparente che reale. Apparente in ciò che sarà tracciato sulle carte, ma ancora molto sfumata nella pratica, e bisognerà attendere il XVIII secolo e, in particolare la Rivoluzione francese, perché si affermi concretamente (Cosentino S., 2004).

Emerge evidente dai documenti qui esposti come il concetto di confine cambi nel corso dei secoli: da confine amorfo, mobile, indefinito, finalizzato più a dividere le genti che le terre, si passa progressivamente all'individuazione del confine politico tra le diverse organizzazioni territoriali. L'incremento demografico, la valorizzazione dei territori, la rivitalizzazione delle vie di comunicazione e dei traffici avvicinarono sempre di più nuove entità geografico-politiche. Da ciò la necessità di istituire confini lineari, precisi, definiti, addirittura materializzati sul terreno, con cippi e demarcazioni. Basti ricordare che Venezia istituì nel 1554 i Provveditori ai confini, o ancora, che il Ducato di Milano nominò i propri Commissari ai confini. Ne consegue che i confini diventano oggetto di accordi internazionali, di trattati tra le parti, e le carte assumono la funzione di strumento indispensabile delle questioni confinarie; per tanto la carta da documento descrittivo diventa documento politico attestante i limiti delle diverse sovranità statali e le divisioni amministrative interne.

A rafforzare tale funzione, tra il secolo XVI e il XVII vennero create nelle città di confine del dominio veneto varie Camere dei confini, con la finalità di conservare e custodire le carte e i disegni riguardanti i confini della Repubblica, analogamente a quella già istituita a Venezia nel 1554. Le Camere erano rette da due soprintendenti, subordinati ai Provveditori ai confini veneziani e nominati dal *Pien collegio* e confermati dal Senato entro una rosa di sei candidati proposti dai rettori delle diverse città confinarie. A seguito dei trattati conclusi tra il 1750 e il 1756 tra la Repubblica Veneta e gli stati confinanti (Impero Asburgico, Ducato di Mantova e Stato di Milano), si decise che ogni due anni i Soprintendenti ai confini delle città del dominio e i loro corrispettivi stranieri dovessero visitare i confini, fissati con i trattati, per poi riferire ai rispettivi governi (Pitteri M., 2006).

Cartograficamente il punto di svolta per l'Alto Adriatico è rappresentato dalla carta di Majeroni-Capellaris stilata nel 1778 come risultato del lavoro svolto in seno alla Commissione mista austriaca e veneta istituita per la definizione dei confini tra la Serenissima e l'Impero asburgico, con lo scopo di ridurre le inclusioni austriache nel territorio veneto. Questo documento rimarrà per diversi anni la base per le successive produzioni cartografiche e in modo più o meno diretto verrà riutilizzato dalle diverse entità politiche che si sono succedute in questa regione. Infatti, tratti comuni li ritroviamo sia nella produzione veneto-italiana (Zatta, 1783; Capellaris, 1798), sia in quella francese (Cassini, 1791), sia in quella austriaca (Schraembl, 1799; Mollo, 1805).

All'inizio del secolo XIX, contemporaneamente all'adozione di nuovi metodi geodetici che garantiscono una maggiore efficacia alle rappresentazioni cartografiche, si afferma nei singoli Stati l'esigenza di

assumere in sé l'iniziativa e la direzione dei lavori di rilevazione topografica, non solo allo scopo di disciplinare e coordinare gli intenti, ma altresì per sopperire alle ingenti spese che tutto ciò richiedeva ed alle quali non avrebbe più potuto far fronte l'iniziativa privata (Lago L., Rossit C., 1988, p. 26).

Ad esempio, la nascita della cartografia ufficiale austriaca – che tanta parte avrà nella produzione cartografica di queste terre – viene fatta risalire agli anni successivi alla Guerra dei Sette Anni (1756-1763). Dopo che nel 1747 si era avviata, a cura del *K.K. Geniecorps* e in scala di circa 1:670.000, l'elaborazione della *Generalkarte von allen Kaiserlich Königlichen Erblanden*, una gigantesca carta murale manoscritta, che è la prima rappresentazione cartografica della Monarchia asburgica nel suo insieme, nella seconda metà del secolo si procedette sistematicamente per tutto l'Impero al rilevamento di carte più precise ed in scala maggiore. Nel faticoso lavoro, che portò a un costante progresso nelle rilevazioni cartografiche, si collocano i tanti rilievi fatti eseguire dall'Imperatrice Maria Teresa compreso il cosiddetto *Josephinischen Landesaufnahme*, un'importante opera appoggiata sul ricco materiale esistente e sulle mappe catastali ridotte al 1:28.800.

Dopo la caduta di Napoleone, nel 1816 l'Austria trasformò il Deposito della Guerra (*Dépôt de la guerre*), già costituito a Milano sin dal 1801 e che aveva specifici compiti anche nel campo della cartografia, in "Istituto Geografico Militare dell'I. R. Stato Maggiore Generale"; nel 1839 venne trasferito a Vienna per ragioni di sicurezza; lì dove continuò ad operare con molta parte del personale italiano. Si venne così a costituire l'Imperial Regio Istituto Geografico Militare (*Kaiserlich-Königlich Militärgeographisches Institut*).

In seguito alle mire espansionistiche delle potenze europee verso l'area sud-orientale del continente, l'Adriatico con i territori istriani e dalmati venne percorso in lungo e largo da ingegneri, da topografi e da ufficiali, specialmente austriaci, addetti al rilevamento topografico sistematico con lo scopo di produrre una base cartografica unitaria ed univoca di questa parte dell'Europa. Se prima del secolo XIX la tradizione cartografica collocava queste terre in una posizione di autonomia rappresentativa nel contesto adriatico o al più come "scenario orientale del teatro adriatico", con tali campagne topografiche, i territori della Carniola, dell'Istria e della Dalmazia vennero definitivamente inseriti nelle carte regionali della *Südosteuropäische Halbinsel* – ossia nella Penisola europea di Sud-Est, come essa veniva identificata nei paesi di lingua tedesca – prodotte dallo Stato Maggiore austriaco per scopi principalmente militari, ma anche per finalità commerciali e necessità amministrative.

Di questo corposo lavoro sono testimonianza le numerose carte edite a Vienna, che all'epoca rappresentava il centro principale per la cartografia dell'Europa orientale e dove continuavano ad affluire tutti i materiali che si andavano raccogliendo nelle varie campagne di spedizione nei territori dell'Impero. A tal proposito si confrontino le carte come il Foglio *N. 68* dell'Atlante di Franz Anton Schraembl del 1799, la carta *KRAIN und GÖRZ* […] *TRIEST* […] *ISTRIEN* di J. M. Freiherren von Linchtenstern del 1808 o la carta del *REGNO LOMBARDO VENETO* di R. A. Schulz del 1848, solo per citarne alcune.

L'ultimo periodo storico della rassegna cartografica è incentrato sui materiali di fattura italiana, in particolare quella militare attraverso l'attività dell'Istituto Geografico Militare Italiano. L'impegno dell'Istituto nel corso della Prima Guerra Mondiale, alla pari degli altri istituti geografici europei dell'epoca, fu notevole, e fu concentrato particolarmente nella costruzione di carte rispondenti alle esigenze delle operazioni militari; un ampio lavoro in questa direzione fu svolto per i territori occupati e per quelli oltre confine. Nel dopoguerra con l'acquisizione dei territori ad est del vecchio confine italo-austriaco si dovette provvedere alla trasformazione nella versione italiana della cartografia austriaca delle Venezie Tridentina e Giuliana.

In questo contesto di transizione politica e di radicali mutamenti nell'assetto geopolitico della regioni adriatiche, non mancò di emergere la questione toponomastica nell'evoluzione della cartografia del no-

stro Paese. Al volgere del secolo XIX, l'intenso dibattito scientifico sulla trascrizione dei nomi geografici – dal quale scaturì un lungo processo di definizione, revisione e integrazione della toponomastica ufficiale – era già maturato in seno alla comunità scientifica italiana e vide il contributo di molti esperti tra i quali si contano geografi, glottologi, linguisti, cartografi; tale impegno venne a concretizzarsi negli anni a seguire su vari documenti cartografici a stampa, ufficiali (I.G.M.) nonché sui prodotti editoriali dei sodalizi cartografici privati quali Touring Club Italiano, De Agostini, UTET ed altri.

3. Elenco delle carte riprodotte

1. **Disegno particolare de Regni e Regioni che son da Venezia a Costantinopoli […]** (foglio occidentale) di G. Gastaldi (1566).
2. ***FORI IVLII ACCVRATA DESCRIPTIO*** di A. Ortelio (1573).
3. ***FORVM IVLIVM, KARSTIA, CARNIOLA HISTRIA ET WINDORVM MARCHIA*** di G. Mercatore (1589).
4. **Adriatico settentrionale** anonima (s.d.).
5. ***Patria del FRIVLI olim FORVM IVLII*** di G. Jansonio (1638).
6. ***DALMATIA ET ALBANIA ISTRIA BOSNIA*** **[…]** di G. Cantelli da Vignola (s.d.).
7. ***IL REGNO D'VNGARIA, TRANSILVANIA, SCHIAVONIA, BOSNIA*** **[…]** di G. Sanson (1683).
8. ***LI DVCATI di STIRIA, CARINTIA e CARNIOLA*** **[…]** di G. Cantelli da Vignola (1686).
9. ***KARSTIA, CARNIOLA, HISTRIA*** **[…]** di G. Valk e P. Schenk (s.d.).
10. ***DOMINII VENETI*** di C. Allard (1600-1700).
11. ***DUCATUS CARNIOLAE VINIDORUM MARCHIA ET HISTRIAE*** di M. Seutter (s.d.).
12. ***COSTE DE DALMACIE*** **[…]** di P. Mariette (1703).
13. ***ITALIA in suos STATVS*** **[…]** eredi di G. B. Homann (1742).
14. ***le CERCLE D'AUTRICHE*** **[…]** di T. Mayer (1747).
15. ***DOMINII VENETI*** **[…]** di G. B. Homann (1752).
16. ***NOUVELLE CARTE DE L'ISTRIE*** **[…]** di P. Santini (1780).
17. ***DAS KOENIGREICH BOSNIEN UN DIE HERZEGOVINA*** […] di M. Schimek (1788).
18. ***LE FRIOUL*** **[…]** di T. Majeroni - G. A. Capellaris (1778).
19. ***IL FRIULI*** **[…]** di A. Zatta (1783).
20. ***LO STATO VENETO DA TERRA*** **[…]** di G. M. Cassini (1791).
21. ***CARTE DE LA PARTIE SEPTENTRIONALE DE L'ITALIE*** di M. Chauchard (1791).
22. ***Karte von der REPUBLICK VENEDIG*** **[…]** anonima (1796).
23. **Foglio di Atlante *N. 68*** di F. A. Schraembl (1799).
24. ***CARTA TOPOGRAFICA DI TUTTO IL TERRITORIO DEL FRIULI GORIZIANO E UDINESE***

[…] di G. A. Capellaris (1798).

25. Alcuni fogli del *Josephinische Landesaufnahme* (1804).

26. *SPEZIAL KARTE VON STEYERMARK UND JLLIYRIEN* (s.d.).

27. *DAS HERZOGTHUM VENEDIG* di T. Mollo (1805).

28. *LE FRIOUL* […] anonima (1805).

29. *KRAIN und GÖRZ* […] *TRIEST* […] *ISTRIEN* di J. M. Freiherren von Linchtenstern (1808).

30. *CARTA TOPOGRAFICA DELLA PROVINCIA DEL FRIULI* di G. Malvolti (1818).

31. *VENETIAN STATES* (1816).

32. *REGNO LOMBARDO VENETO* […] di R. A. Schulz (1848).

33. *ZEMLJOVID SLOVENSKE DEŽELE IN POKRAJIN* di P. Kozler (1853).

34. *GENERL KARTE DER HERZOGTHUMER KARTEN UND KRAIN DER GEFURSTETEN GRAFSCHAFT GORZ UN GRADISKA DER MARKGRAFSCHAFT ISTRIEN* […] (1872).

35. *ATLAS DER ALPENLÄNDER und Mittel-Italien* di J. G. Mayr (1883).

36. *L'ISTRIA* dell'Istituto Geografico Militare (1920).

37. I fogli di Gorizia, Postumia, Fiume, Trieste dell'Istituto Geografico Militare (1924)

38. *FRIULI E VENEZIA GIULIA* del Touring Club Italiano (1946).

4. Catalogo ragionato

1. *Disegno particolare de Regni e Regioni che son da Venezia a Costantinopoli […]* (foglio occidentale) di G. Gastaldi (1566)

Questa carta dell'area nord-adriatica stampata da Paolo Furlani intorno alla metà del XVI secolo è opera di *M*[*esser*] *Giac*[*omo*] *Castaldi Piamontese Cosmografo in Venetia* e costituisce, di norma, il foglio occidentale di una grande carta, composta di tre fogli. Il documento vuole raffigurare l'Adriatico settentrionale e le regioni italiane, quelle balcaniche e danubiane fino alla *BOEMIA* con *Praga* e alla *SCLESIA* con *Vratislauia* (Bratislava). La colorazione in verde abbozza una distinzione tra le terre balcaniche interne e quelle più vicine alla costa adriatica all'epoca già sotto l'influenza della Serenissima, mentre alcune linee colorate in acquarello indicano approssimativamente le partizioni delle regioni storiche, sebbene non ricalchino alcuna linea stampata ma seguano alcuni limiti naturali come lo spartiacque o i corsi fluviali. [O.S.]

MORAVIA
VENETIA

2. *FORI IVLII ACCVRATA DESCRIPTIO*
di A. Ortelio (1573)

Come si legge nel cartiglio posto in alto a destra, questa carta è una copia proveniente dalla biblioteca dello storico nonché cartografo ungherese Giovanni Zsàmbok (Sambuco in italiano). Pare sia il risultato di un'unione di due documenti precedenti, ovvero la grande carta della regione friulana e dei territori contermini che ha notevoli affinità con i disegno di Giovanni Antonio Cortona da Udine (ante 1554), e una raffigurazione dell'Istria derivante da modelli di Pietro Coppo, come l'Istria del 1540. Pur non costituendo una vera e propria rappresentazione dei confini, diverse colorazioni distinguono le regioni storiche e geografiche del territorio riprodotto accompagnate dai rispettivi coronimi. Vi si legge infatti, *CARNIOLAE PARS, ISTRIA, MARCHIAE TREVIGIANAE PARS*, ecc. In aggiunta, due indicazioni riportate in calce precisano ulteriormente queste partizioni: *Confinia Friuli et Liuenzae o ancora Clana, confin de la Coruatia, et qui finisce il confin de la lapidia*. [O.S.]

3. *FORVM IVLIVM, KARSTIA, CARNIOLA HISTRIA ET WINDORVM MARCHIA*
di G. Mercatore (1589)

Questa carta costituisce l'ottava tavola dell'*Italiae, Sclavoniae et Graeciae tabulae geographicae* di Gerardo Mercatore (1589), successivamente inserita insieme con le altre tavole nell'*ATLAS SIVE COSMOGRAPHICAE MEDITATIONES DE FABRICA MVNDI ET FABRICATI FIGVRA* edito a Duisburg nel 1595. È un disegno assai complesso, frutto dell'integrazione delle più importanti fonti cartografiche dell'epoca. Occorre tuttavia avvertire, che questa raffigurazione ebbe scarsa influenza sulla cartografia veneta e italiana. Diversamente accadde Oltralpe, dove di essa si fecero ristampe, rifacimenti e riduzioni addirittura fino al secolo XVIII. Per quanto concerne il disegno dei confini, questo è reso in modo marcato con una linea puntiforme sovrimposta da un tratto cromatico che evidenzia la divisione tra la *Marca Treuigiana*, il *FRIVLI* e l'*ISTRIA*. Si tratta di una divisione areale legata più alla popolazione che al territorio dato, che i tracciati riportati non trovano rispondenza né con i confini storici dell'epoca romana né con quelli politici istituiti con i "Capitoli di Worms". [D.U.]

4. Adriatico settentrionale
anonimo (s.d.)

La carta da incisione in rame, stampata da Stefano Scolari, è composta da due fogli uniti tra loro. Manca di ogni indicazione relativa al titolo, all'autore, alla data ma è posteriore al 1593 perché riporta, nel Friuli, la fortezza di *Palma* (Palmanova) fondata appunto in quell'anno. Essa delinea le coste bagnate dall'Adriatico settentrionale dalle foci del Po alle isole dalmate di fronte a Zara, arrivando in alto fino agli affluenti carnici del Tagliamento, alla Val Canale, a Lubiana e ai monti a nord di *Zagabria*. Anche in questo documento la rappresentazione dei confini risulta molto esemplificata e non idonea a testimoniare il complesso quadro geopolitico dell'epoca. Tuttavia si possono cogliere con facilità i possedimenti della Serenissima e quelli della Casa d'Austria, evidenziati con l'acquarellatura dei toponimi, dal segno grafico e dalla presenza di legende quali *ISTRIA ch'è del Stado di Venetia* e *PARTE D'ISTRIA che è d'Austia*. All'interno del mare campeggia poi la grande scritta *GOLFO DI VENETIA OVERO MARE ADRIATICO* intervallata da una figura allegorica di Venezia ducale che, oltre a marcare il dominio marittimo, sembra volere titolare la carta. All'interno della Istria il cartografo pone poi il limite estremo della penisola italiana con la dicitura *Qui finise l'Italia*. [O.S.]

5. *Patria del FRIVLI olim FORVM IVLII*
di G. Jansonio, (1638)

La carta è una stampa da incisione in rame e ritrae tutto il Friuli, la parte giuliana del bacino isontino, lembi del Carso e dell'Istria settentrionale, nonchè parte del *Trevigiano* con alcuni tratti del corso del Piave. Si conoscono numerosi esemplari a firma di editori nordici e francesi circolanti sciolti o all'interno di sontuosi atlanti e monumentali cosmografie. Le caratteristiche del disegno e i contenuti geografici testimoniano, seppur con qualche variazione, una derivazione diretta dalla tavola 29 dedicata da Antonio Magini al Friuli (1620). La colorazione, apposta già all'epoca della stampa, ricalca le linee puntinate che, se pur in modo approssimato, intendono illustrare tanto la partizione dei domini locali e delle amministrazioni territoriali, quanto l'indicazione della diverse regioni storico-geografiche dell'area cartografata. Si ricorda che all'epoca le potenze locali che si dividevano questi territori erano la Monarchia Asburgica e la Repubblica di Venezia. [O.S.]

6. *DALMATIA ET ALBANIA ISTRIA BOSNIA* […]
di G. Cantelli da Vignola (s.d.)

La carta raffigura la Dalmazia e i Balcani occidentali. Data alle stampe da Girolamo Albrizzi non presenta colorazioni, ma sono comunque ben visibili le linee puntinate di divisione territoriale; in particolare ben evidenti sono i confini di terra e di mare della Repubblica di Ragusa. Il documento corredato da un lungo cartiglio dedicatorio è rivolto al doge Francesco Morosini, noto anche come il Peloponnesiaco per le sue imprese militari lungo le coste della Morea. La carta è senza data ma, interpretando il cartiglio in cui non si fa menzione del dogato, la sua compilazione si può far risalire a prima del 1688, anno in cui il Morosini venne eletto Doge di Venezia. [D.U.]

7. *IL REGNO D'VNGARIA, TRANSILVANIA, SCHIAVONIA, BOSNIA* […]
di G. Sanson (1683)

Il documento stampato a Roma da Giacomo Rossi appartiene alla raccolta cartografica curata da Giacomo Cantelli da Vignola e intitolata *Mercurio Geografico* (1672). Con ogni probabilità è stata eseguita dopo la disastrosa disfatta dei Turchi sotto le mura di Vienna, evento che ha ispirato la decorazione del cartiglio in cui si vedono fronteggiarsi due soldati dei contrapposti schieramenti. La carta riproduce i territori austriaci lungo il Danubio completandoli con i limiti confinari e con i nomi regionali. [D.U.]

8. *LI DVCATI di STIRIA, CARINTIA e CARNIOLA* […]
di G. Cantelli da Vignola (1686)

La carta disegnata dal geografo veneto Giacomo Cantelli da Vignola e data alle stampe da Giacomo de Rossi a Roma, (1686) risulta inserita in una delle edizioni più tarde del *Mercurio Geografico,* e inquadra le regioni meridionali dello Stato austriaco secondo i modelli maginiani e mercatoriani. Le decorazioni del cartiglio testimoniano l'eco che gli avvenimenti bellici con l'Impero ottomano hanno avuto anche nella produzione cartografica del periodo. Il ricco cromatismo rende la carta di grande impatto estetico senza nulla togliere ai contenuti di nostro interesse. Risalta infatti, l'evidenza con cui sono disegnati i confini politici e amministrativi dell'epoca: in particolare il veneziano Territorio di Monfalcone, l'Istria austriaca, la Contea di Gorizia, anch'essa sotto la Casa d'Austria, il Tarvisiano che dipendeva dal Vescovado di Bamberga. Non mancano tuttavia errori nel tracciato dei limiti politici e amministrativi: ad esempio la Val Resia e la Val Raccolana, qui incluse tra i possedimenti austriaci. [O.S.]

9. *KARSTIA, CARNIOLA*, *HISTRIA* […]
di G. Valk e P. Schenk (s.d.)

Questa raffigurazione d'ispirazione mercatoriana ma edita ad Amsterdam da Gerad Valk e Pieter Schenk (s.d.) è a sua volta un rifacimento già apparso nella Cosmografia blaviana. Infatti, il Valk in società con lo Schenk acquisì nel 1683 gran parte delle lastre provenienti dalle officine cartografiche dei Bleau dando in seguito alla stampa i medesimi modelli con piccole variazioni. I confini riportati e le singole colorazioni identificano le regioni storiche geografiche dell'area rappresentata senza porre particolare attenzione alle reali delimitazioni politiche. [O.S.]

10. *DOMINII VENETI*
di C. Allard (1600-1700)

A questo editore si devono numerose Raccolte tra la fine del Seicento e i primi anni del Settecento, ma sembra che questa stampa, che non porta la data di esecuzione, potrebbe annoverarsi tra quelle che circolavano anche sciolte. In essa ritroviamo la consueta suddivisione in province dei domini veneti di terra evidenziate con colorazioni diverse. Particolare risalto viene riservato alla penisola istriana in cui si vede chiaramente la linea di separazione tra l'Istria veneta e quella asburgica, ossia la Contea di Pisino. [D.U.]

11. *DUCATUS CARNIOLAE VINIDORUM MARCHIA ET HISTRIAE*
di M. Seutter (s.d.)

Questa riproduzione è la fedele copia della tavola XXVIII contenuta in una raccolta di carte curata da Tobias Lotter risalente alla seconda metà del secolo XVIII. Derivano dalla *Tabula* di Giovanni Battista Homann che riporta lo stesso titolo, uscita dal suo laboratorio cartografico dopo il 1716. Si differenzia dalla matrice per alcuni elementi di contorno come il collocamento del Lago di Circogno, la posizione del disegno allegorico con il titolo e l'assenza della veduta prospettica di Lubiana. Per quanto concerne i confini sono riportati come di consueto per le carte del periodo con la divisione delle aree storico-geografiche. A rafforzare questa suddivisione ci viene in aiuto una marcata colorazione. [D.U.]

12. *COSTE DE DALMACIE*
di P. Mariette (1703)

La carta della Dalmazia con i confini tra le Repubbliche di Venezia, Ragusa e l'Impero Ottomano disegnata da Nicola Sanson e stampata a Parigi presso le officine cartografiche di Pierre Mariette (1703). Si tratta di una delle tante ristampe derivanti dalla matrice del 1664; documento povero di contenuti geografici in cui si ravvisa una particolare attenzione solamente per le indicazioni relative ai confini e ai territori di appartenenza dei diversi domini. Infatti, viene segnata in modo grossolano l'orografia su cui poggiano i confini, mentre in assenza di questa delle semplici linee puntinate ne completano l'andamento. Il colore verde chiaro indica il territorio della Repubblica di Ragusa, quello verde scuro i confini con i Turchi, mentre in rosa vengono segnalati i territori dalmati di nuova inclusione veneta a seguito della guerra di Morea. [O.S.]

13. *ITALIA in suos STATVS* […]
eredi di G. B. Homann (1742)

Come indica la legenda in alto, la carta si basa su di un modello preparato dal cartografo francese de l'Isle, ed è il frutto della sintesi delle notizie raccolte dalla Società di Scienze di Parigi ad opera del Riccioli ed integrate per gli elementi geografici dallo Schaz. Sono indicati con colorazioni e linee tratteggiate i confini dei diversi Stati pre unitari italiani. [O.S.]

14. *le CERCLE D'AUTRICHE* […]
di T. Mayer (1747)

La carta rappresenta il Tirolo, la Carniola, la Carinzia, l'Austria e la Stiria secondo i confini disegnati da Tobia Mayer (1747). Il documento venne dato alle stampe dagli eredi di Homann. Oltre ai ducati sopra indicati, la raffigurazione include l'Adriatico settentrionale con l'Istria, il Friuli, il Veneto e gran parte della Lombardia. [D.U.]

15. *DOMINII VENETI* […]
di G. B. Homann (1752)

La raffigurazione redatta da Giovanni Battista Homann è contenuta come tavola 14 nel monumentale "Atlas Compendiarius" pubblicato a Norimberga dagli eredi (1752). La stampa da incisione in rame abbraccia più regioni dell'Italia settentrionale e lembi di quella centrale, arrivando a sud orientativamente a Firenze e Ancona. Comprende tutto il Friuli, mentre della Venezia Giulia mancano le aree più orientali, con le isole quarnerine. Si tratta di un documento che ritrova le sue origini nelle carte maginiane e mercatoriane, riproponendo fedelmente errori, storpiature e deformazioni. Le novità sono molto esigue e tra queste si segnala la cartografazione anche nella penisola istriana dei confini tra la Repubblica di Venezia e la Casa d'Austria. [D.U.]

16. *NOUVELLE CARTE DE ISTRIE* […]
di P. Santini (1780)

L'esemplare qui proposto è la tavola 16 dell'*Atlas Universel* in due volumi curato da Pietro Santini. Il documento, che rappresenta la penisola istriana con qualche lembo del Carso triestino, è una copia con scala diversa di quella annessa all'opera di Giovanni Salmon risalente alla metà del Settecento salvo poche omissioni, come quella che vede la cancellazione di alcune indicazioni toponomastiche relative all'Istria veneta. Il documento oltre ad evidenziare il confine tra la Contea di Pisino e i Territori della Serenissima, ricorda come quest'ultima abbia mantenuto in loco alcuni piccoli domini feudali, vere e proprie signorie di privata giurisdizione. [O.S.]

17. *DAS KOENIGREICH BOSNIEN UN DIE HERZEGOVINA* […]
di M. Schimek (1788)

La carta della Bosnia ed Erzegovina e di alcuni tratti della Dalmazia veneta eseguita dallo Schimek e stampata a Vienna alla fine del XVIII secolo. La carta raffigura la situazione geopolitica e confinaria prima dell'avvento di Napoleone e la conseguente istituzione delle Provincie Illiriche (1809-1813), quando nello scenario adriatico erano ancora presenti le vecchie dominazioni: la Repubblica Serenissima di Venezia, l'Impero asburgico, quello Ottomano e la piccola Repubblica di Ragusa. Si noti come il confine tra la Dalmazia veneta e i due imperi corrisponda ancora agli accordi delle Pace di Carlowitz (*Sremski Karlovci)* del 1699. Si crearono due "zone cuscinetto" tra Venezia e Ragusa, dove quest'ultima divenne praticamente un'enclave semiautonoma in territorio turco. Tale assetto confinario, con piccole modifiche nel tracciato, resistette per oltre due secoli a diversi cambiamenti politici, tra cui la scomparsa della Repubblica ragusea, la creazione delle Province Illiriche, la dissoluzione dell'Impero ottomano, l'espansione e la caduta dell'Impero Asburgico, la nascita degli stati nazionali del XX secolo, rappresentando un vero e proprio confine ereditato per diverse entità statali succedutesi in quest'area. [D.U.]

18. *LE FRIOUL* […]
di T. Majeroni - G.A. Capellaris (1778)

La carta redatta secondo i rilievi eseguiti dal veneto Tiberio Majeroni e dall'austriaco Giovanni Antonio Capellaris, membri della Commissione mista austro-veneta per i confini. Durante i lavori della Commissione istituita nel 1750 furono svolte accurate indagini presso tutte le autorità dei centri compresi nelle aree del tradizionale confine mobile, al fine di avere un quadro esaustivo degli annosi problemi legati alla demarcazione tra i territori veneti e quelli asburgici, primo fra tutti quello di eliminare gli inclusi austriaci sulla riva del fiume Isonzo, qui raffigurati con il colore rosa. Questo documento rappresenta il frutto di tali rilevamenti ovvero l'impossibilità dell'accordo di rettifica e il mantenimento dei limiti territoriali tra i due stati. La carta si ritrova abitualmente inserita nell'*Atlas Universel* edito a Venezia da Piero Santini nel 1778-1780. [O.S.]

19. *IL FRIULI* […]
di A. Zatta (1783)

La carta oblunga (ovvero rilegata lungo il lato corto del foglio) è inserita nell'*Atlante Nuovissimo* di Antonio Zatta pubblicato a Venezia nel 1783. Questa raffigurazione è stata disegnata da Giovanni Pitteri e incisa da Giovanni Zuliani. Oltre al confine orientale con la Casa d'Austria la carta riproduce il Friuli, la Carnia e il Cadorino lasciando totalmente in bianco i territori delle province bellunesi e trevigiane senza distinguerle dai territori asburgici che qui vengono genericamente segnati con il coronimo Germania. Come in altre carte coeve appaiono segnate le enclaves austriache in territorio veneto secondo i modelli Majeroni-Capellaris. [D.U.]

20. *LO STATO VENETO DA TERRA* […]
di G. M. Cassini (1791)

È uno dei quattro fogli di una grande carta pubblicata a Roma alla fine del XVIII secolo e dedicata alle province venete di terra. Nella fattispecie sono rappresentate porzioni del Dogato Trevigiano, del Friuli e dell'Istria. Vi figura, anche qui con evidenza, il confine tra i possedimenti austriaci e quelli della Serenissima, nonché le divisioni amministrative dei territori veneti. [O.S.]

21. *CARTE DE LA PARTIE SEPTENTRIONALE DE L'ITALIE*
di M. Chauchard (1791)

Due fogli della grande carta fatta dal Chauchard e stampata a Parigi presso il laboratorio di S. Dezauche (1791). Sono riportati tutti i confini tra i possedimenti della Casa d'Austria e la Repubblica di Venezia alla vigilia della scomparsa della Serenissima: la colorazione in giallo/rosso indica i confini tra i due Stati, in rosso la suddivisione amministrativa austriaca. [D.U.]

22. *Karte von der REPUBLICK VENEDIG* […]
anomina (1796)

Carta anonima che ritrae i territori della Repubblica di Venezia appena prima dello scontro con Napoleone e il conseguente Trattato di Campoformido del 1797. Anche in questo caso il rilievo confinario rimanda alle carte redatte secondo i lavori eseguiti dai cartografi Tiberio Majeroni e Giovanni Antonio Capellaris, membri della Commissione mista austro-veneta per i confini operativa dal 1750. Il cromatismo accentuato interessa le partizioni interne dei possedimenti veneti tra i quali spicca ancora la denominazione di "Patria del Friuli". I confini a est con i territori asburgici usano una linea a tratteggio più marcato: con evidenza appare l'enclave austriaca della Contea di Gorizia che interrompe la continuità territoriale veneta tra il Friuli, il territorio di Monfalcone e l'Istria. [O.S.]

23. Foglio di Atlante *N. 68*
di F. A. Schraembl (1799)

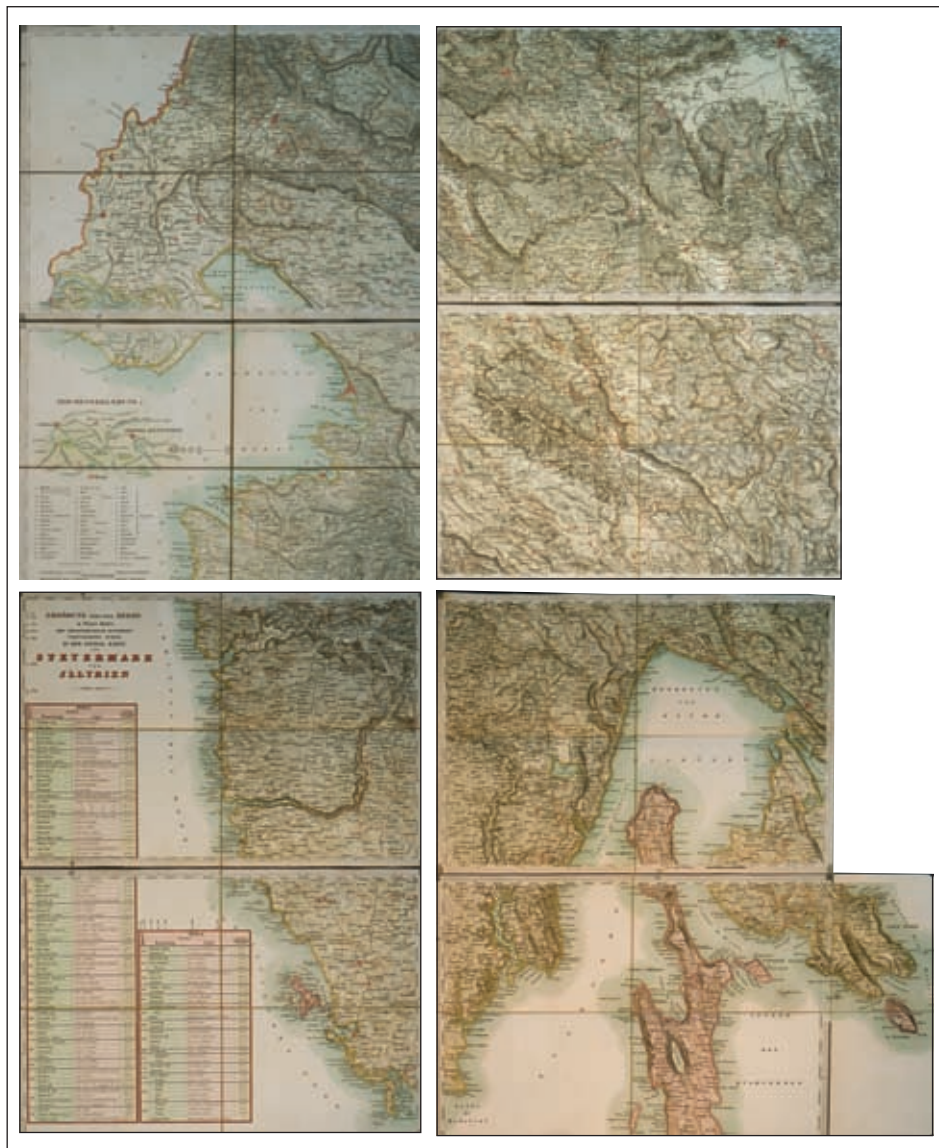
È la raffigurazione del Friuli, parte della Slovenia e della penisola istriana edita a Vienna nel 1799. Compaiono le consuete linee confinarie politiche e amministrative redatte secondo i lavori della Commissione mista austro-veneta per i confini. Franz Anton Schraembl (1751-1803) è stato un cartografo austriaco attivo nella capitale. Si distinse in particolare per la sua opera maggiore, *Allgemeiner Grosser Atlas*, da cui è tratto il presente documento. Questa pregevole opera editoriale fu iniziata nel 1786 e terminata solo nel 1800. Assieme a Joseph von Reilly guidò con successo la produzione cartografica a Vienna del periodo. [D.U.]

24. *CARTA TOPOGRAFICA DI TUTTO IL TERRITORIO DEL FRIULI GORIZIANO E UDINESE* […]
di G. A. Capellaris (1798)

Dopo vent'anni dalla prima edizione curata in collaborazione con Tiberio Majeroni, Antonio Capellaris dà alle stampe a Venezia presso il laboratorio di Lodovico Furlanetto questo documento che appare più ricco di elementi geografici e nel complesso più corretto rispetto a tutte le edizioni precedenti. Questa è una delle ultime carte di compilazione e precede di pochissimo la celebre triangolazione del Barone Antonio de Zach. Da una nota in corsivo aggiunta in calce si ricorda al lettore che *in azzurro sono indicati li territori Arciducali compresi nel Friuli* secondo i rilevamenti che erano emersi dalla Commissione austro-veneta per i confini. Sono segnate con due colorazioni diverse in rosso l'Alta valle dell'Isonzo da Tolmino a Plezzo e in verde la Valle del Natisone. [O.S.]

25. Alcuni fogli del *Josephinische Landesaufnahme* (1804)

Il territorio della Contea di Gorizia e Gradisca e l'entroterra carsico come vengono riprodotti nei fogli cde12, cde13, cde14, della grande carta dell'*Innerösterreich* (Austria Interna) nel *Josephinische Landesaufnahme 1763-1787 (1804), 3 Band*. Il terzo volume di questa grande raccolta di carte militari, conosciuta con il nome di "carta giuseppina" o "rilievo giuseppino", contiene i fogli dedicati ai territori dell'attuale Slovenia occidentale e ad alcune aree finitime delineando in questa maniera quasi per intero lo storico confine tra i Territori veneti e quelli della Casa d'Austria. [O.S.]

26. *SPEZIAL KARTE VON STEYERMARK UND JLLIYRIEN*
(s.d.)

Una composizione di carte austriache del secolo XIX di chiara derivazione militare in cui vengono raffigurati i territori ad est del confine orientale "Judrio-Ausa" del Regno Lombardo-Veneto, ciò che era il Litorale austriaco, compreso tra la Contea principesca di Gorizia e Gradisca, la città di Trieste e l'intera penisola istriana con parte delle isole di Cherso e Veglia. [D.U.]

27. *DAS HERZOGTHUM VENEDIG*
di T. Mollo (1805)

La carta raffigura il Ducato Veneto diviso in sette Capitanati (Venezia, Udine, Belluno, Treviso, Padova, Vicenza e Verona) secondo il disegno di Tranquillo Mollo del 1805 e stampato a Vienna. Vi è raffigurata la situazione delle terre venete dopo la scomparsa della Serenissima (1797) ma prima della loro annessione al Regno d'Italia (1805). L'amministrazione austriaca fu ben presto ristabilita, con l'annessione del Ducato nel nuovo Regno Lombardo-Veneto (1815). Nel territorio friulano vengono ancora indicate le vecchie demarcazioni confinarie redatte secondo i lavori della Commissione mista austro-veneta per i confini operativa dal 1750 e presenti in gran parte della carte coeve regionali di diverse produzioni. [O.S.]

28. *LE FRIOUL*
anonima (1805)

La carta riproduce, come il documento curato dal Majeroni e dal Capellaris, la determinazione dei confini fra la Repubblica veneta e la Casa d'Austria dopo la costituzione della Commissione paritetica di rettifica. Come si evince dal documento i risultati riconoscono e accertano i confini esistenti evidenziando con doppia acquarellatura le pertinenze austriache in territorio veneto. Già da un primo confronto si ravvisa la completa corrispondenza del profilo cartografico con la carta Majeroni-Capellaris di cui è una diretta derivazione, se si fa eccezione per la rappresentazione dell'orografia e la diversa colorazione di alcuni tratti confinari. [D.U.]

29. *KRAIN und GÖRZ* […] *TRIEST* […] *ISTRIEN*
di J. M. Freiherren von Linchtenstern (1808)

La carta della province unite disegnata dal barone Marx Freiherren von Linchtenstern. Questo documento sembra assolvere il compito di inquadrare le delicate vicissitudini geopolitiche di un territorio molto ambito. Infatti la scomparsa della Serenissima e le lotte per la spartizione del suo territorio nell'Alto Adriatico si succedettero con rapidità. Già nel 1805 i confini divennero nuovamente oggetto di disputa, a seguito della sconfitta dell'Austria da parte dei francesi. Con la successiva Pace di Bratislava vennero assegnati al Regno d'Italia i territori dell'Istria ex veneta e la Dalmazia, che solo pochi anni prima erano stati "concessi" da Napoleone all'Austria. Ma anche questo assetto politico-territoriale ebbe breve durata, e ben presto nuovi eventi bellici ridisegnarono il tracciato di nuovi confini. Infatti, tutte queste terre nel 1809 entrarono a far parte delle nuove Province Illiriche, istituite per volontà di Napoleone Bonaparte sotto il controllo francese. La presenta carta raffigura la situazione delle divisioni politiche e amministrative in questo breve periodo tra il 1805 e il 1809. Nella legenda a fianco sono infatti riportati i segni convenzionali dei confini politici dell'Austria con il Regno d'Italia e il Regno di Croazia nonché quelli amministrativi interni tra le province. [O.S.]

30. *CARTA TOPOGRAFICA DELLA PROVINCIA DEL FRIULI*
di G. Malvolti (1818)

Il documento presenta nella zona inferiore l'intitolazione *CARTA TOPOGRAFICA DELLA PROVINCIA DEL FRIULI* e riporta la dedica a S. *A. Imperiale l'Arciduca Rainieri Vicerè del Regno Lombardo Veneto a dimostrazione di riverenza e gratitudine profonda da Giuseppe Malvolti*. Sempre in basso si trova una ricca legenda circa la *Spiegazione dei Segni*, il *Riassunto Statistico della Provincia* suddivisa per *Distretti. Comuni. Superficie in pertiche. Case. Edificj. Mappe. Catasti. Pezzi di terra delineati, e marcati con N:º. Abitanti. Animali di diverse specie*. Nel margine inferiore destro si trova l'indicazione dell'incisore *Pietro Zuliani inci*. Non mancacno le indicazioni di *Scala di Miglia 10 Italiane di cui 60 formano un grado* e *Scala di Miglia 20 nuove Italiane di Metri 1000 ogni una* che corrisponde a 1:160.000 circa. Il documento, che si pone come uno dei migliori prodotti cartografici del tempo per dettaglio e ricchezza di informazioni, raffigura la grande Provincia di Udine facente parte del Governatorato di Venezia, che costituiva assieme a quello di Milano il Regno Lomabardo-Veneto, istituito nel 1815. Sulla carta sono segnati i confini di distretto e di provincia, nonché quello politico a est e a nord con l'Impero Austro-ungarico. [D.U.]

31. *VENETIAN STATES*
(1816)

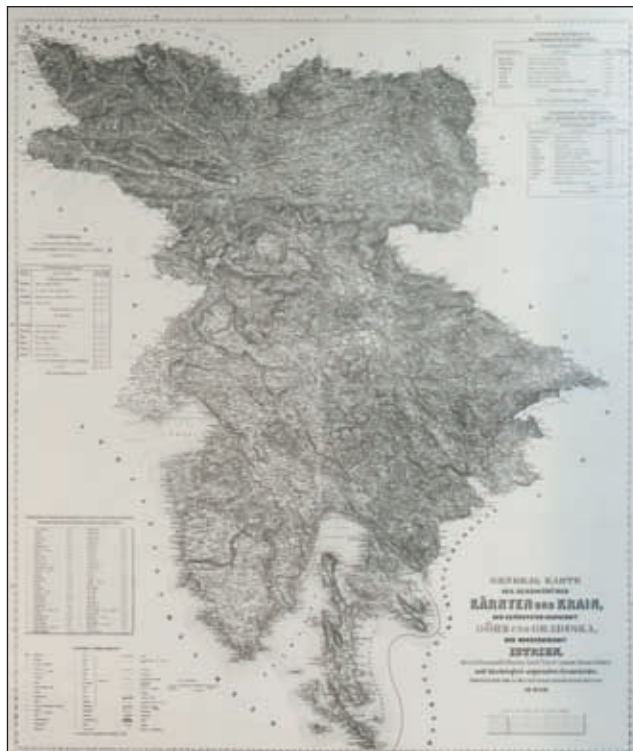
Questo esemplare fa parte come mappa n. 27 del *New General Atlas* edito dalla Thomson a Edimburgo (1816). Vi sono riprodotti i territori veneti di terra che a partire dal 1815, dopo la breve parentesi napoleonica (1805-1815), andranno a far parte del Regno Lombardo-Veneto. Le colorazioni identificano in modo approssimato le divisioni provinciali che però non corrisponderanno alle effettive Delegazioni adottate in seno al nuovo Regno. [O.S.]

32. *REGNO LOMBARDO VENETO* […]
di R. A. Schulz (1848)

La carta austriaca di tipo postale e stradale del Lombardo Veneto e delle sue partizioni stampata a Vienna a cura dello Schulz nel 1848. Il Lombardo-Veneto, istituito nel 1815, fu amministrato da due Governatori con sede a Milano e a Venezia. Il confine tra i due Governi era segnato dal corso del Mincio e il territorio era suddiviso in *Provincie* (dette anche *Delegazioni*), nove per la Lombardia e otto per il Veneto. In genere, le divisioni non corrispondevano a quelle attuali e le variazioni di appartenenza di singoli territori erano frequenti. Come si può vedere dalla carta, la *Provincia* di Udine era la più estesa tra quelle del Veneto, ma essa non corrispondeva più al territorio della Patria del Friuli del 1797. Questo assetto amministrativo venne sconvolto dai noti avvenimenti risorgimentali italiani determinando nel 1859 l'annessione della Lombardia nel Regno d'Italia e la costituzione di un nuovo confine di stato tra Italia e Austria sul fiume Mincio. Cessò definitivamente di esistere nel 1866 con l'annessione del Veneto della provincia di Mantova e del Friuli al Regno d'Italia. [D.U.]

33. *ZEMLJOVID SLOVENSKE DEŽELE IN POKRAJIN*
di P. Kozler (1853)

La carta delle *Regioni e delle Provincie Slovene* divenuta famosa come “Carta di Kozler”, presenta con diversa colorazione le storiche province slovene e propone con una linea rossa il “confine nazionale” degli sloveni. È stata presentata nel 1848, ma pubblicata solo nel 1854 in un almanacco chiamato *Piccola Geografia Slovena* (*Kratki zemljopis slovenski*), probabilmente il primo atlante geografico a utilizzare esclusivamente toponimi sloveni. Sotto il titolo appare anche il nome del disegnatore Anton Knorr e la data di esecuzione: il 1851. Il libro è stato confiscato dalle autorità militari austriache e reso disponibile al pubblico solo nel 1861. L’autore, partendo dal fatto che gli Sloveni rappresentavano la popolazione maggioritaria dell’allora Regno di Illiria, proponeva di includere la Bassa Stiria per unire tutte le terre slovene in un’unica unità amministrativa. [D.U.]

34. *GENERL KARTE DER HERZOGTHUMER KARTEN UND KRAIN DER GEFURSTETEN GRAFSCHAFT GORZ UN GRADISKA DER MARKGRAFSCHAFT ISTRIEN* […] (1872)

Grande carta dei *Ducati di Carinzia e Carniola, della Principesca Contea di Gorizia e Gradisca, del Margraviato d'Istria, dell'imperiale Città di Trieste e del suo Territorio e del Litorale Regio Ungarico* del 1872 (*GENERL KARTE DER HERZOGTHUMER KARTEN UND KRAIN DER GEFURSTETEN GRAFSCHAFT GORZ UN GRADISKA DER MARKGRAFSCHAFT ISTRIEN, der reichsummittelbaren Stadt Triest sammt ihrem Gebiete und des Koniglich ungarischen Kustelandes*). Riproduce in un raro insieme, in scala ridotta della metà, ma con un'eccezionale ricchezza di particolarità, territori già raffigurati in alcuni dei 37 fogli realizzati con i nuovi metodi ancora tra il 1835 e il 1842 nell'Ufficio Topografico dell'I.R. Quartiere Generale Austriaco di Vienna alla scala 1:144.000. L'esemplare proposto è formato da sedici riquadri, da incisione in rame, che uniti misurano mm 1.068x840. Un margine graduato di 1' in 1' raccoglie la raffigurazione cartografica. L'indicazione della scala è di 4 miglia postali austriache o 16.000 Klafter di Vienna (*4 Oester: Post Meilen oder 16.000 Wiener Klafter*). Al di fuori del margine graduato, sempre in basso, è riportata due volte la scala grafica e numerica (*1 Wr. Zoll = 4000 Wr. Klftr. o. 1òsterr Post Meile (1:288.000)*. A sinistra, in basso, una tabella raccoglie le indicazioni relative ai punti trigonometrici principali (*ERHOHUNG UBER DIE MEERESFLACHE IN WIENER KLAFTER Der trigonometrisch bestimmten vorzùglichsten Punkte J*). Subito sotto un lungo elenco ci dà spiegazione dell'eccezionale numero dei segni convenzionali. Sempre a sinistra, al posto del territorio friulano non raffigurato, e in alto a destra, alcuni prospetti statistici arricchiscono il contenuto della carta. Prodotto di accurato lavoro, aggiunge ad altri suoi pregi la raffigurazione del rilievo rappresentato con uno splendido tratteggio a luce zenitale e la particolare ricchezza e le forme dei toponimi riportati. La carta presenta, con abbondanza di particolari, la situazione amministrativa e insediativa di ciò che furono all'epoca i tre Länder austriaci più meridionali: il Litorale austriaco, la Carniola e la Carinzia. [D.U.]

35. *ATLAS DER ALPENLÄNDER und Mittel-Italien*
di J. G. Mayr (1883)

Il foglio VI del grande *Atlas der Alpenländer und Mittel-Italien* relativo alla Stiria del Sud, all'Illiria, al Friuli e al Litorale austriaco, delineato dal geografo tedesco Johann Georg Mayr e stampato a Gotha presso le famose officine cartografiche di Justus Perthes nel 1883. Fa parte di una raccolta di undici carte dedicate a tutti i territori alpini, e include tutta la Svizzera, l'Austria, parte della Germania, la Slovenia, buona parte dell'Alto Adriatico e dell'Italia fino a Salerno. In questo foglio risalta in particolare il confine politico italo-austriaco post 1866, conosciuto per la parte più meridionale con il nome di "confine Judrio-Ausa", dall'idronimo dei due corsi d'acqua su cui poggiava il tracciato. Questa linea di demarcazione, durerà più di mezzo secolo e precisamente fino al 1918, prima della dissoluzione della Monarchia Asburgica. [O.S.]

36. *L'ISTRIA*
dell'Istituto Geografico Militare (1920)

In questo documento appare disegnata la parte meridionale del confine terrestre tra il *Regno d'Italia* e il *Regno dei Serbi, Croati* e *Sloveni* secondo il *Trattato di Rapallo* (12 novembre 1920) oltre a un breve tratto del "confine geografico" secondo la *Società Alpina delle Giulie*. Vengono anche delineati i confini dello Stato Libero di Fiume, sorto anch'esso in applicazione del *Trattato* che ebbe vita assai breve in quanto nel 1924 con gli *Accordi di Roma* venne definitivamente annesso al Regno d'Italia. La carta, inserita nel volume *Le nuove Provincia d'Italia* di Attilio Brunialti del 1920 (Utet), riporta la scala di 1:250.000 ed è una riduzione fotomeccanica dei tipi dell'Istituto Geografico Militare di Firenze. [D.U.]

37. I fogli di Gorizia, Postumia, Fiume, Trieste
dell'Istituto Geografico Militare (1924)

Quattro fogli di carte topografiche militari prodotte dall'Istituto Geografico Militare italiano a scala 1:100.000 in cui figura il tratto più meridionale del confine orientale d'Italia stabilito dopo il Trattato di Rapallo del 1920. Nel foglio in basso a destra appare anche la successiva annessione della città di Fiume e del suo territorio, avvenuta dopo le note imprese di Gabriele D'Annunzio e formalizzata con gli Accordi di Roma del 1924. [D.U.]

38. *FRIULI E VENEZIA GIULIA*
del Touring Club Italiano (1946)

In questa carta stampata a Milano nel 1946 appare ancora il confine orientale d'Italia come definito dagli accordi di Rapallo del 1920. È una delle tante carte prodotte dal Touring Club Italiano, uno dei primi editori geo-cartografici privati italiani, da sempre impegnato nella produzione di carte a uso civile, in particolare carte stradali e turistiche. Dato il suo prestigio e le capacità acquisite, anche questo sodalizio cartografico fu impegnato nella produzione di cartografia dei territori orientali d'Italia, stimolato dai rinnovati interessi geopolitici internazionali su queste terre. [O.S.]

5. Bibliografia di riferimento

Bibliografia relativa alla cartografia storica

AA. VV. (1987), *La cartografia europea tra il XVI ed il XVIII secolo*, s.l. [Palermo], s.e. [Graphicadue].

AA. VV. (2002), *Alla scoperta del Mondo l'arte della cartografia da Tolomeo a Mercatore*, Il Giardino delle Esperidi, 9, Modena, Il Bulino edizioni d'arte.

ALLEN P. (1993), *Storia della cartografia. La rappresentazione del Mondo nei più importanti Atlanti geografici di tutte le epoche* (London, Marshall, 1992), Milano, Mondadori.

ALINHAC G. (1973), *Historique de la Cartographie*, Paris, Institut Géographique National.

ALMAGIÀ R. (1913), *Sulle più antiche raccolte di carte geografiche stampate non tolemaiche*, in "Atti X Congresso Geografico Internazionale", Roma, pp. 1339-1341.

ALMAGIÀ R. (19141), *La Geografia nell'età classica*, in "La Geografia", Novara, 1914, pp. 330-348.

ALMAGIÀ R. (1914-1915), *La cartografia dell'Italia nel Cinquecento con un saggio sulla cartografia del Piemonte*, in "Rivista Geografica Italiana", a. XXI, pp. 640-656; vol. a, pp. 1-26.

ALMAGIÀ R. (1915), *Le origini della geografia storica*, in "Rivista Geografica Italiana", a. XXII, pp. 141-147.

ALMAGIÀ R. (1921), *Per una raccolta e una illustrazione dei più importanti documenti cartografici concernenti l'Italia, anteriori al sec. XVIII*, in "L'Universo", anno II, n. 2, pp. 135-139; anche in "Atti VII Congresso Geografico Italiano (Firenze, 1921)", pp. 124-126.

ALMAGIÀ R. (1924), *Intorno ad alcune grandi carte d'Italia del secolo XVII*, in "L'Universo", a. V, n. 12, pp. 853-882.

ALMAGIÀ R. (1929), *Monumenta Italiae Cartographica. Riproduzione di carte generali e regionali d'Italia dal secolo XIV al XVII*, Firenze, Istituto Geografico Militare.

ALMAGIÀ R. (1934), *Intorno alle ricerche di storia della cartografia in Italia*, in "Atti XIII Congresso geografico internazionale (Parigi, 1931)", vol. III, Parigi, 1934 pp. 643-648.

ALMAGIÀ R. (1937), *L'orizzonte geografico nell'epoca di Augusto e gli studi geografici in Roma*, in "Quaderni Augustei. Studi Italiani", IV, Roma, Istituto di Studi romani, pp. 3-22.

ALMAGIÀ R. (1939), *La carta dei Paesi Danubiani* e *delle regioni contermini di Giacomo Gastaldi (1546), riprodotta dall'unico esemplare conosciuto, conservato nella Biblioteca Vaticana*, Città del Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana.

ALMAGIÀ R. (1944-1955), *Monumenta Cartographica Vaticana*, voll. I-IV, Città del Vaticano.

ALMAGIÀ R. (1947), *Nuove notizie intorno a Giacomo Gastaldi*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", vol. XII, serie IV-V, pp. 187-189.

ALMAGIÀ R.(1951), *Note sulla cartografia dell'Italia nei secoli XV* e *XVI*, in "Atti Accademia Nazionale dei Lincei", Rendiconti Classe di Scienze Morali, Storiche e Filosofiche, serie VIII, VI, pp. 3-8.

AMARI M. (1872), *Il libro di Re Ruggero, ossia la Geografia di Edrisi*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", vol. VII, serie I, pp. 1-24.

ARMAO E. (1950), *Le grandi carte geografiche di Vincenzo Coronelli*, in "Rivista Geografica Italiana", a. LVII, pp. 158-180.

ASTENGO C. (1990), *La cartografia nautica mediterranea*, in Milanesi M., (a cura di) "L'Europa delle carte. Dal XV al XIX secolo, autoritratti di un Continente" Milano, Nuove Edizioni Mazzotta, pp. 21-25.

ASTENGO C. (1995), *L'asse del Mediterraneo nella cartografia nautica dei secoli XV* e *XVII*, in "Studi e Ricerche di Geografia", XVII, 2, pp. 213-237.

ASTENGO C. (2000), *La cartografia nautica mediterranea dei secoli XVI* e *XVII*, Genova, Erga.

AUJAC G. (1964), *Storia della Cartografia. Un sessantennio di ricerca geografica italiana*, in "Memorie della Società Geografica Italiana: *Un sessantennio di ricerca geografica italiana*", vol. 26, pp. 493-552.

AUJAC G. (1985), *La geografia nel mondo antico*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane.

BAGROW L., (1981) *Abrahami Ortelii Catalogus Cartographorum*, P.I., in "Petermanns Mitteilungen", Ergänzungsheft n. 199 (Gotha, 1928), P.II, "Petermanns Mitteilungen", Ergänzungsheft n. 210, Gotha, 1930; ristampa in *Acta Cartographica. A series of Monographs and Studied on the History of Cartography, reprinted from Periodicals since 1800*, XXVII.

BAGROW L. (1951), *Die Geschichte der Kartographie*, Berlin, Safari Verlag.

BAGROW L. (1962), *Gerhard Mercator (1512-1594)*, zum 450 Geburtstag, in "Duisburger Forschungen", VI, Duisburg-Ruhrort, pp. XII-297.

BAGROW L., SKELTON R. A. (1964), *History of cartography*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

BAGROW L., SKELTON R. A. (1964), *Meister der Kartographie*, Berlin, Safari Verlag, 1963. English edition: *History of Cartography*, London, Watts & Co.

BIASUTTI R. (1908), *Il 'Disegno della Geografia moderna dell'Italia' di Giacomo Gastaldi (1561)*, in "Rivista Geografica Italiana", n.4., pp. 26 - 29.

BINI M. (2002), *Dalla Cosmografia classica alla cartografia del Quattrocento*, in Aa. Vv., "Alla scoperta del Mondo, l'arte della cartografia da Tolomeo a Mercatore", Il Giardino delle Esperidi, 9, Modena, Il Bulino edizioni d'arte, pp. 11-63.

BONASERA F. (1951)*, Vincenzo Coronelli. Geografo, cartografo, costruttore di globi*, Roma, Miscellanea Francescana.

BORRI R. (1999), *L'Italia nell'antica cartografia. 1477-1799*, Ivrea, Priuli & Verlucca.

ČAČE E S. (1995), *Civitates Dalmatiae u 'Kozmografiji' Anonima Ravenjanina*, Katalozi i monografije, br. 3, Arheološki muzej Zadar, Zadar.

CARACAUSI L. (1984), *Fra enciclopedismo e cartografia: Coronelli* e *Dudley*, in Aa. Vv., "La cartografia europea tra il XVI e il XVIII secolo", Regione Sicilia, Assessorato dei Beni Culturali e Ambientali e della Pubblica Istruzione, Palerno, pp. 57-70.

CODAZZI A. (1967), *Tre secoli di edizioni della 'Geografia' di Tolomeo*, in "Atti XX Congresso Geografico Italiano: *Mostra di Tolomei* e *di Atlanti antichi* (Roma, 29 marzo - 3 aprile 1967)", Roma, Società Geografica Italiana, pp. 5-19.

COLAMONICO C. (1956), *Compendio di Storia della geografia* e *delle esplorazioni geografiche*, Napoli, Loffredo.

CORNA PELLEGRINI G. (1995), *Cartografia* e *geografia: un rapporto in evoluzione*, in "Atti IX Congresso Internazionale di Storia della Cartografia: *Imago et mensura mundi*", Roma, vol. I, pp. 11-18.

CORNA PELLEGRINI G. (1993), *Realtà, immagine e immaginazione nella carta geografica*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", vol. X, serie XI, pp. 185-190.

CUCAGNA A. (1964), *Il Friuli* e *la Venezia Giulia nelle principali carte geografiche regionali dei secoli XVI,*

XVII e XVIII. Catalogo ragionato della Mostra storica di cartografia, "Atti del XVIII Congresso Geografico Italiano", Vol. III,Trieste, Tip. Moderna.

DEMATTEIS G. (1996), *Le metafore della terra. La geografia umana tra mito e scienza*, ed. Feltrinelli, Milano.

ERRERA C. (1966), *L'epoca delle grandi scoperte geografiche*, Milano, Hoepli.

FARINELLI F. (1989), *L'epoca dell'immagine del mondo: la cartografia illuministica tra mappa e mapping*, in "Nuovi Quaderni di Geografia Umana per la Sicilia e la Calabria", II, pp. 5-15.

FEDERZONI L. (1993), *Giacomo Cantelli: la formazione e l'attività di un cartografo del XVII sec.*, in "Bollettino della Società Geografica Italiana", vol. X, serie XI, pp. 539-554.

FEDERZONI L., (a cura di) (2001), *I Fiamminghi e l'Europa: lo spazio e la sua rappresentazione*, Bologna, Pàtron Editore.

FERRO G. (1980), *Geografia storica, storia delle esplorazioni e storia della cartografia*, in Corna Pellegrini G., Brusa A. (a cura di), "La ricerca geografica in Italia, 1860-1980" Varese, Ask, pp. 317-318.

FERRO G., CARACI I. (1979), *Ai confini dell'orizzonte. Storia delle esplorazioni e della geografia*, Mursia, Milano.

FERRO G. (1992), *Carte nautiche dal Medioevo all'Età Moderna*, Genova, Edizioni Colombo.

GALLO R. (1954), *Carte geografiche cinquecentesche a stampa della Biblioteca Marciana e della Biblioteca del Museo 'Correr' di Venezia*, Venezia, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Guedj D. (2004), *Il metro del mondo*, Longanesi, Milano.

KARROW R. W. (1993), *Mapmakers of the sixteenth century and their maps: bio-bibliographies of the cartographers of Abraham Ortelius*, Speculum Orbis Press, Chicago.

KOEMAN C. (1964), *The History of Abraham Ortelius and his "The atrum Orbis Terrarum"*, Losanna, s.n.

KOZLIČIĆ M. (1995), *Kartografski spomenici hrvatskog Jadrana. Monumenta Cartographica Maris Adriatici Croatici*, AGM, Zagreb.

KOZLIČIĆ M. (2003), *Regiones flumina Unnae et Sanae in veteribus tabulis geographicis. Unsko-sansko područje na starim geografskim kartama. (Izbor karata, planova i veduta u kontekstu historije Unsko-sanskog područja od kraja 15. do po etka 18. stolje a)*, izdanje Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine - Sarajevo i Arhiv Unsko-sanskog kantona - Bihać , Sarajevo – Bihać .

KOZLIČIĆ M. (2005), *Historical Development of the Mapping of Croatian Lands*, in Novak D., Lapaine M., Mlinari D. (a cura di), *Pet stolje a geografskih i pomorskih karata Hrvatske*, Školska knjiga, Zagreb, pp. 23-44.

KOZLIČIĆ M. (2006), *Istočni Jadran u djelu Beautemps-Beaupréa*, Hrvatski hidrografski institut, Split.

LAGO L. (1989), *Cartografia e conoscenza nell'Antichità e nel Medioevo*, Trieste, Lint, 1989.

LAGO L. (1989), *Theatrum Adriae. Dalle Alpi all'Adriatico nella cartografia del passato (secoli X-XVIII)*, Trieste, Lint.

LAGO L., (a cura di) (1996), *Imago Adriae. L'Istria e la Dalmazia nella cartografia antica* (con la collaborazione di Donato C., Rossit C.), Trieste, La Mongolfiera.

LAGO L. (1998), *Imago Adriae. Il territorio della Serenissima nell'Alto Adriatico*, Trieste, La Mongolfiera.

LAGO L. (a cura di) (2002), *Imago Italiae. La Fabrica dell'Italia nella storia della cartografia tra Medioevo*

ed Età Moderna. Realtà, immagine ed immaginazione dai Codici di Claudio Tolomeo all'Atlante di Giovanni Antonio Magini, Università degli Studi di Trieste, E.U.T., Trieste.

LAGO L., ROSSIT C. (1981), *Descriptio Histriae. La penisola istriana in alcuni momenti significativi della sua tradizione cartografica sino a tutto il secolo XVIII. Per una corologia storica*, Collana degli Atti del Centro di Ricerche Storiche di Rovigno, n. 5, Trieste, Lint.

LAGO L., ROSSIT C. (1988), *Theatrum Fori Iulii. La Patria del Friuli ed i territori finitimi nella cartografia antica sino a tutto il secolo XVIII*, voll. I e II, Trieste, Ed. Lint.

LODOVISI A, TORRESANI S. (2000), *Storia della Cartografia*, Pàtron Editore, Bologna.

LUZZANA CARACI I. (1992), *Giacomo Gastaldi*, in Cavallo G. (a cura di), "Due mondi a confronto 1492-1728. Cristoforo Colombo e l'apertura degli spazi" Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato, scheda e tav. V.7, pp. 853-857.

MAGAŠ D. (2003), *Geografske odrednice nastanka karte Matea Pagana: Cijeli okrug Zadra i Šibenika (Tutto el Contado di zara et sebenicho), Venecija, oko 1530.*, Triplex Confinium (1500-1800): Ekohistorija, Književni krug Split, Zavod za hrvatsku povijest Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Split/Zagreb, pp. 13-23.

MARINELLI G. (1981), *Saggio di Cartografia della regione veneta*, in "Monumenti Storici pubblicati dalla Regia Deputazione Veneta di Storia Patria", serie IV, vol. I, Miscellanea, I, Venezia, Tipografia Naratovich.

MARINELLI O. (1915), *Sul concetto di geografica storica*, in "Rivista Geografica Italiana", a. XXII, pp. 138-141.

MARKOVIĆ M. (1974), *O najstarijim geografskim i pomorskim kartama Jadranskog mora*, Pomorski zbornik, br. 12, Rijeka, pp. 491-517.

MARKOVIĆ M. (1988), *Hrvatska na karti Varaždinca Stjepana Glavača iz 1673. godine*, Zavod za znanstveni rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Varaždin.

MARKOVIĆ M. (1993), *Descriptio Croatiae*, Naprijed, Zagreb.

MARKOVIĆ M. (1998), *Descriptio Bosnae et Hercegovinae – Bosna i Hercegovina na starim zemljovidima*, AGM, Zagreb.

MARKOVIĆ M. (2004), *Hrvatski otoci na Jadranu*, Naklada Jesenski i Turk, Zagreb.

MARUSSI A. (1946), *Saggio di cartografia giuliana. Dai primordi al secolo XVIII*, Trieste.

MARUSSI A. (1950), *La tradizione cartografica italiana*, Istituto Geografico Militare, Firenze.

MASETTI C. (1998), *I geografi italiani e l'antica cartografia d'Italia. Per una bibliografia della storia della cartografia in Italia (1980-1997)*, in "Notiziario del Centro Italiano per gli Studi Storico-Geografici", VI, pp. 125-173.

MELCHIORRE S. (2004-2005), *Riordino e inventariazione del fondo librario e cartografico del laboratorio di cartografia antica, ricerche bibliografiche e archivistiche per un dizionario storico bio-bibliografico dei cartografi italiani*, Tesi del Master Internazionale di I livello in "Cartografia e Sistemi Informativi Geografici", Trieste.

MILANESI M. (1992), *La 'Geografia' di Claudio Tolomeo nel Rinascimento*, in Lago L., "Imago Mundi et Italiae. La visione del mondo e la scoperta dell'Italia nella cartografia antica (secc. X-XVI)", vol. I, Trieste, La Mongolfiera, pp. 95-104.

NOVAK D., LAPAINE M., MLINARI D. (a cura di) (2005), *Pet stoljeća geografskih i pomorskih karata Hrvatske*, Školska knjiga, Zagreb.

NOVOSEL-ŽIC P., RICHTER-NOVOSEL Ž. (2005), *Croatian Cartographers of the 16th and 17th Century*, in Novak D., Lapaine M., Mlinarić D. (a cura di), *Pet stoljeća geografskih i pomorskih karata Hrvatske*, Školska knjiga, Zagreb, pp. 87-111.

OBERHUMMER E. (1901), *Die Enststehung der Alpenkarten*, in "Zeitschrift des D. und Oest. Alpenvereins", XXXII, pp. 21-45.

PANDŽIĆ A. (1987), *Stare karte i atlasi*, Zagreb. *Povijesnog muzeja Hrvatske*, Zagreb.

PANDŽIĆ A. (1993), *Hrvatska i njezine granice na starim kartama*, Granice Hrvatske na zemljovidima od XII. do XX. stolje a, Muzej za umjetnost i obrt, Zagreb, pp. 18-139.

PANDŽIĆ A. (2005), *Granice i geografsko-politička podijeljenost Hrvatske*, in Novak D., Lapaine M., Mlinarić D. (a cura di), *Pet stoljeća geografskih i pomorskih karata Hrvatske*, Školska knjiga, Zagreb, pp. 45-61.

PERINI C. (1980), *Le antiche carte geografiche. Lineamenti di cartografia* e *nozioni pratiche per il collezionista*, Verona, Libreria Antiquaria Perini.

PERINI C. (1996), *L'Italia* e *le sue regioni nelle antiche carte geografiche*, Verona, Libreria Antiquaria Perini, CIERRE Edizioni.

PEROCCO D. (1994), *Giacomo Gastaldi* e *la 'Universale Descrittione del mondo'*, in Ballo Alagna S. (a cura di), "Esplorazioni geografiche e immagine del mondo nei secoli XV e XVI" Messina, Grafo Editor, pp. 211-222.

PRESCIUTTINI P. (2004), *Coste del Mediterraneo nelle cartografia europea 1500-1900*, Priuli & Verlucca, Torino.

QUAINI M. (1976), *L'Italia dei cartografi*, in "Storia d'Italia", VI, Atlante, Torino, Einaudi, pp. 3-49.

QUAINI M. (1994), *La carta geografica. Un racconto speculare*, in "Rivista Geografica Italiana", a.CI, p. 321.

ROSSIT C., SELVA O., UMEK D. (2007), *Imago Adriae. L'Adriatico e l'Abruzzo nelle carte geografiche*, Edizioni SIGRAF, Pescara.

SCHWARZENBERG E. (1980), *Cartografia dell'Istria: da Giovanni Valle a Giovanni Antonio Capellaris*, "Pagine Istriane", anno XLIV, Serie V, nn. 8-9.

SESTINI A. (1981), *Cartografia generale*, Pàtron Editore, Bologna.

SKELTON R. A. (1964), *The European Image and Mapping of America (A.D. 1000-1600)*, Minneapolis, s.n.

SKRIVANIĆ G. (1974), *Monumenta cartographica Jugoslaviae*, in "Historical Institute Monographie", vol. 17, Beograd, Ed. Relja Novaković, pp.1-58.

TOOLEY R. V. (1939), *Maps in Italian Atlases of the Sixteenth Century, being a Comparative List of the Italian Maps issued by Lanfereri, Forlani, Duchetti and Others, found in Atlases*, in "Imago Mundi", vol. 3, pp. 12-47.

TOOLEY R. V. (1979), *Dictionary of Mapmakers*, Tring-Hertfordshire, Map Collector Publications Limited.

TOOLEY R. V. (1979), *Tooleys Dictionary of Map-makers*, with pref. By Wallis H., New York-Alan R. Liss, Amsterdam, Meridian Publishing Company.

TOOLEY R. V. (1989), *Maps and Mapmakers*, London, B. T. Batsford LTD, (I edizione 1949).

VALERIO V. (2002), *La tradizionie degli atlanti italiani*, in Lago L. (a cura di), "Imago Italiae. La Fabrica dell'Italia nella storia della cartografia tra Medioevo ed Età Moderna. Realtà, immagine ed immaginazione dai Codici di Claudio Tolomeo all'Atlante di Giovanni Antonio Magini", Università degli Studi di Trieste, E.U.T., Trieste, pp. 77-92.

VISCHI L. (1866), *Nuovi documenti intorno a Giacomo Cantelli*, in "Atti e Memorie delle Deputazioni di Storia Patria per le province modenesi e parmensi", Serie III, vol IV.

VOLPIS L. (1907), *Del cartografo Giovanni Valle*, in "Pagine Istriane", Capodistria, V, pp. 236-238.

WALLIS H. (2005), *Franjevac Vincenzo Coronelli i Jadransko more*, in Novak D., Lapaine M., Mlinarić D. (a cura di), "Pet stoljeća geografskih i pomorskih karata Hrvatske, Školska knjiga", Zagreb, pp. 179-201.

ZÖGNER L. (a cura di), (1988), *World Atlas of Antonio Millo*, 1586, Edition Deuschle, Süssen, Württemberg.

Bibliografia relativa alla storiografia dei confini alto adriatici

AA. VV. (1998), *Friuli e Venezia Giulia. Storia del 900*, Libreria Editrice Goriziana- Istituto regionale per la storia del movimento di liberazione nel Friuli Venezia Giulia, Gorizia.

AA.VV. (1995), *Il confine mobile. Atlante storico dell'Alto Adriatico. Austria, Croazia, Italia, Slovenia*, Edizioni della Laguna - Istituto regionale per la storia del movimento di liberazione nel Friuli Venezia Giulia, Monfalcone.

AA.VV. (2000), *Relazione della Commissione mista storico-culturale italo-slovena, I rapporti italo-sloveni 1880-1956*, in "Qualestoria", a. XXVIII, n. 2, dicembre 2000.

AA.VV. (2007), *Un percorso tra le violenze del Novecento nella provincia di Trieste*, Istituto regionale per la storia del movimento di liberazione nel Friuli Venezia Giulia, Trieste.

ADAMI V. (1919-31), *Storia documentata dei confini del regno d'Italia*, Istituto Poligrafico dello Stato, Libreria, Roma.

ADAMI V. (1931), *Storia documentata dei confini del Regno d'Italia, Vol. IV - Confine Italo-Jugoslavo*, Roma, Ministero della Guerra - Ufficio Storico.

BELCI C. (1996), *Quel confine mancato: la linea Wilson (1919-1945)*, Morcelliana, Brescia.

BUFON M. (2002), *Confini, identità ed integrazione. Nuove prospettive per l'Alto Adriatico*, Slori, Trieste.

BURATTI L. (1971), *La frontiera italiana. Introduzione e testi*, Forni, Bologna.

BUVOLI A., CECOTTI F., PATAT L. (a cura di) (2005), *Atlante storico della Lotta di Liberazione italiana nel Friuli Venezia Giulia. Una resistenza di confine*, Istituti della resistenza del Friuli Venezia Giulia, Udine.

CATTARUZZA M. (2007), *L'Italia e il confine orientale 1866-2006*, il Mulino, Bologna.

CECOTTI F. (2010), *Il tempo dei confini: Atlante storico dell'Adriatico nord-orientale nel contesto europeo e mediterraneo 1748-2008*, IRSML, Tieste.

CECOTTI F., PUPO R. (1998), *Il confine orientale. Una storia rimossa*, in "I viaggi di Erodoto2", n. 34.

COSENTINO S. (2004), *Sul concetto di confine e di frontiera*, in "Direonline Periodico del Dipartimento di ricerche europee", Università degli Studi di Genova.

DE LEONARDIS M. (1992), *La "diplomazia atlantica" e la soluzione del problema di Trieste 1952-1954*, Edizioni scientifiche italiane, Napoli.

DEGRASSI A. (1954), *Il confine nord-orientale dell'Italia romana*, Berna.

CORBANESE G. (1983-1995-1999-2003), *Il Friuli, Trieste e l'Istria. Grande atlante storico-cronologico,* (Voll. 4) Del Bianco, Udine.

MAINARDO B. (2006), La *questione di Trieste, storia di un conflitto diplomatico*, Del Bianco, Udine.

MELCHIORRE S. (2008-2009), *Dalla soppressione all'iconizzazione cartografica del Patriarcato di Aquileia. Confini e autoreferenza territoriale nelle mappe mentali di una geografia culturale*, Tesi di dottorato (XXI ciclo) in "Geostoria e geoeconomia delle regioni di confine", Università degli Studi di Triste, Trieste.

PAGNINI M. P. (1976), *Sul concetto di confine: nuovi orientamenti metodologici*, Del Bianco Industrie Grafiche, Trieste.

PORCEDDA D. (2001), *Confini, Contea diGorizia e Repubblica di Venezia*, Gorizia, Musei Provinciali.

PERSELLI G. (1993), *I Censimenti della popolazione dell'Istria, con Fiume e Trieste, e di alcune città della Dalmazia tra il 1850 e il 1936*, Università Popolare di Trieste - Unione degli Italiani dell'Istria e di Fiume Trieste, Rovigno.

PITTERI M. (2006), *I confini della Repubblica di Venezia. Linee generali di politica confinaria (1554-1786),* Milano.

PITTERI M. (2007), *Per una confinazione equa e giusta: Andrea Tron e la politica dei confini della Repubblica di Venezia nel '700,* Milano.

PUPO R. (1989), *Fra Italia e Jugoslavia. Saggi sulla questione di Trieste (1945-1954)*, Del Bianco, Udine.

PUPO R. (1999), *Guerra e dopoguerra al confine orientale d'Italia*, Del Bianco, Udine.

PUPO R. (2007), *Il confine scomparso*, Quaderni di Qualestoria 19, Istituto regionale per la storia del movimento di liberazione nel Friuli Venezia Giulia, Trieste.

SALIMBENI F. (a cura di) (1994), *Istria. Storia di una regione di frontiera*, Morcelliana, Brescia.

RICALDONE S. (1986), *Spazio Paradigma, spazio di confine*, Compagnia dei Librai per Creativa, Genova.

UDINA M. (1979), *Gli accordi di Osimo. Lineamenti introduttivi - Testi annotati*, Lint, Trieste.

VALDEVIT G. (1986), *La questione di Trieste 1941-1954. Politica internazionale e contesto locale*, Angeli, Milano.

VALUSSI G. (1972), *Il confine nordorientale d'Italia*, Lint, Trieste.

ZANINI P. (1997), *Significati del confine. I limiti naturali, storici, mentali*, Bruno Mondadori, Milano.

PER UN APPROCCIO DIDATTICO IN GEOGRAFIA: IL "PROGETTO IMPLICITO" DELLA CARTA

Emanuele Poli *

La carta geografica costituisce, senza dubbio, il modo migliore, quasi irrinunciabile, per rappresentare i rapporti spaziali fra gli oggetti e i fenomeni geografici e ha, quindi, una grande importanza per lo studio della geografia. Essa è, non a caso, la forma di rappresentazione dello spazio più conosciuta e utilizzata, e anche lo strumento di insegnamento più propriamente disciplinare; ma è anche uno dei protagonisti indiscussi di una visione non problematica della geografia proprio perché, come rileva Casti (1998) «nel momento in cui il linguaggio cartografico viene sottoposto al procedimento di codificazione-astrazione (formale, grafica, iconica) che dovrebbe rafforzare la sua capacità di trasmissione significante, ne risulta compromesso il significato più profondo poiché la selezione è rivolta ad esaltare solo poche limitate qualità materiali dell'oggetto. È questo il motivo per cui l'irruzione della logica euclidea in ambito cartografico postula la perdita di senso posseduta dalla cartografia precedente: la capacità di cogliere l'essenza simbolica del mondo». Il risultato più immediato e superficiale che con la carta si realizza è quindi quello di far accettare il messaggio cartografico in modo irriflessivo, perché verrà interpretato sulla base di una codificazione rigidamente definita; mentre il progetto, come sostiene Dematteis (1995), rimane implicito: le scelte ideologiche, politiche, economiche di coloro che hanno commissionato la sua redazione rimangono in ombra, non vengono esplicitate.

Se è vero che l'utilizzo delle carte è di fondamentale importanza per poter comunicare efficacemente alcune delle conoscenze spaziali di un determinato fenomeno, occorre anche avere ben presente il fatto che la carta geografica, intanto, non registra le forme del territorio in tutti i suoi dettagli, ma opera delle selezioni; essa trasmette una concezione del mondo, ricostruisce quindi lo spazio che rappresenta secondo uno schema culturale riconducendolo ai suoi tratti più significativi, veicola sempre nuove interpretazioni. Dunque, la pluralità di significato di cui tutte le carte geografiche sono portatrici – da quello immediato e superficiale, attinente alla localizzazione e descrizione morfologica degli elementi territoriali, a quelli più profondi, esprimenti messaggi di natura culturale e politica – rende il loro impiego particolarmente delicato in un contesto didattico. Grande infatti è la responsabilità dell'insegnante nel guidare il processo di apprendimento spaziale, maneggiando consapevolmente il potenziale retorico e persuasivo delle immagini cartografiche e al tempo stesso promuovendo l'acquisizione da parte degli allievi delle capacità di lettura critica necessarie per un loro utilizzo consapevole. Ciò che si deve avere ben chiara è, dunque, tale distinzione: la supposta oggettività della rappresentazione cartografica non deve essere confusa con la sua efficacia rappresentativa. Caratteristica, quest'ultima, che senz'altro possiamo riconoscere alla cartografia razionale, rilevando anzi che proprio da tale caratteristica deriva la sua straordinaria utilità in ogni ambito disciplinare e non solo per ciò che attiene strettamente la geografia.

* Emanuele Poli, dottore di ricerca in Scienze della Terra, già laureato in Scienze Geografiche, è (a.a. 2010-2011) docente a contratto di Geografia e didattica della Geografia presso il corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria dell'Università di Cagliari.

Se si riconosce il fatto che la carta rappresenta un formidabile strumento a disposizione della geografia poiché riesce a convogliare sinteticamente un enorme quantitativo di informazioni attraverso l'utilizzo simultaneo di più codici, da quello grafico dei segni, simboli e colori a quello numerico impiegato per rendere distanze o quote altimetriche, a quello verbale dei titoli, delle legende, delle scritte toponomastiche, allora è possibile affermare che ciò che è veramente importante per capire il processo comunicativo della carta è l'interazione tra i vari segni e codici che si produce nel foglio, evidenziando come ogni segno non sia isolato ma confluisca in sintagmi la cui strutturazione associativa o dissociativa realizza la tenuta percettiva del territorio, la sua intelligibilità come quadro simbolico generalizzato (Turco, 1994).

Dunque, la carta può essere intesa come un campo semiotico all'interno del quale l'uso di codici di natura differente attiva una vera e propria semiosi cartografica che si struttura su più livelli, quello semantico, sintattico e pragmatico come se si trattasse di una vera e propria grammatica.

Una didattica della geografia, che voglia sposare una posizione per certi versi critica nei confronti di un sapere cartografico che si presenta come enumerativo, classificatorio, assertivo e con pretese di oggettività tendenti a naturalizzare fenomeni di ordine storico, sociale e politico dovrebbe allargare i propri orizzonti e proporre, accanto a un livello di lettura più superficiale perché legato alla localizzazione e la visualizzazione dei luoghi e dei fenomeni studiati, un livello più profondo, si potrebbe dire radicale, del supporto cartografico. Una lettura che, parafrasando J.B. Harley (1989) decostruisca la carta e ne riveli la sua funzione di supporto al progetto di trasformare lo spazio in territorio.

A partire dall'idea che la carta costituisca una estensione e potenziamento del processo di denominazione-controllo simbolico del territorio (Calandra, 2007) o, meglio, che essa sia una proiezione grafica di tale processo, è possibile ipotizzare che essa, costituendo un vero e proprio campo semiotico, sia in grado di produrre proposizioni, e dunque discorso geografico, capaci di specificare a più livelli di indagine i luoghi cartografati: da quello denotativo a quello connotativo (Turco, 1988). Poiché ha una sintassi che può essere colta in modo globale, e soprattutto dal momento che non è lineare, il linguaggio cartografico si rivela, dunque, uno strumento geografico importante il cui semplice impiego può generare la produzione di nuovi discorsi.

In particolare, se riconosciamo alla carta la sua veste di mezzo di comunicazione fondato sull'utilizzo simultaneo di più codici (matematico-geometrico, convenzionale, linguistico, figurativo, numerico, cromatico) dalla cui interazione emerge una vera e propria grammatica cartografica, è possibile indagare, decostruire e ricostruire le regole che definiscono la composizione reciproca di tali elementi entro la superficie piana del foglio e il rapporto tra questi e gli oggetti territoriali rappresentati.

Dal punto di vista didattico, un simile approccio alla cartografia sarebbe in grado di liberare quel potenziale comunicativo sempre impresso nelle carte e che comunque rischia di rimanere implicito, stereotipato e poco significativo. Esso consentirebbe non solo una lettura che riesca a superare i vincoli ermeneutici imposti dalla legenda che correda ogni carta, ma anche l'acquisizione di competenze tecniche e critiche per l'elaborazione di personali rappresentazioni coerenti con le esperienze e interessi personali.

La costruzione di queste capacità critiche potrebbe iniziare proprio dall'analisi della definizione di carta geografica comunemente accettata e che implicitamente si basa sulla geometria euclidea: essa è una rappresentazione in piano, ridotta, approssimata e simbolica di una parte o di tutta la superficie terrestre. Ridotta perché le carte rappresentano il mondo in scala, cioè riducendone, per ovvi motivi pratici, le dimensioni; simbolica significa che utilizza simboli per rappresentare la realtà o che la carta stessa è simbolo della realtà. Il terzo aggettivo, approssimata, si riferisce al fatto che è impossibile riprodurre su una carta il mondo, innanzitutto perché la carta raffigura in piano una realtà tridimensionale, inoltre perché la sfera, figura geometrica a cui è assimilabile la Terra, non è proiettabile in piano: cercando di "ap-

piattire" una sfera si apportano inevitabilmente certe deformazioni, come si è precedentemente messo in evidenza.

Si tratta di una definizione che fa riferimento al soggetto della rappresentazione, al supporto su cui la rappresentazione si appoggia e alle tecniche costruttive con cui si realizza. Nessun accenno esplicito viene fatto alla funzione comunicativa della carta; ma ciò non deve meravigliare, dato che tale definizione è stata formulata all'inizio del novecento, quando l'analisi dei sistemi simbolici non era ancora apparsa e quando imperava la convinzione che si potesse restituire obiettivamente il mondo sulla base dei valori di classificazione ed enumerazione riconosciuti ai mezzi comunicativi in generale. Oggi, invece, è possibile sostenere che l'adozione di canoni geometrico-matematici non basta a garantire il rigore del risultato: l'impiego di sistemi costruttivi, anche raffinati come le proiezioni, migliora l'obiettività della rappresentazione solo per certi aspetti a discapito di altri, secondo criteri di scelta che appartengono sempre e soltanto al cartografo.

Ma se da un lato la proiezione consente di rappresentare meglio ciò che interessa, dall'altro ha anche il potere di persuadere il fruitore che ciò che è rappresentato meglio, con più fedeltà e completezza rispetto alla realtà, è più interessante e degno di nota.

La scelta di un centro piuttosto di un altro, con la conseguente inclusione di informazioni su certi territori a preferenza di altri, può servire a convincere della obiettività, e addirittura della incontestabilità, del valore attribuito a certi fenomeni: si può fondare così la convinzione che certi confini sono naturali e quindi immodificabili, o che ad un'autorità situata in un certo luogo spetti un primato universale proprio perché si esercita al "centro del mondo": è la geometria subliminale di cui parla Harvey (1990). È sicuramente ricco di risvolti educativi avere sempre a disposizione i molteplici tipi di proiezione in uso, evidenziando il fatto che il problema delle distorsioni non è stato risolto dai geografi perché, come dimostrò a suo tempo Eulero, di fatto è irrisolvibile: i diversi metodi si possono riferire alle diverse proiezioni che, se dettano un metodo di trasferimento dei punti di una sfera in piano, non risolvono il problema delle deformazioni che ne conseguono (Squarcina, 2007).

Un altro aspetto interessante da prendere in considerazione circa la supposta oggettività della rappresentazione è dato dall'adozione della scala di riduzione, definita dal rapporto tra le distanze verificabili sul terreno e quelle presenti sulla carta.

Dunque, nel momento in cui ci si appresta a rappresentare un'area, la prima elaborazione necessaria è quella di stabilire una connessione analogica tra le misure reali e quelle cartografiche. Tuttavia assumere il rapporto di scala come criterio di esattezza sarebbe errato, visto che la relazione tra distanze non è mai costante nemmeno nella carta euclidea a causa delle alterazioni che si producono passando dalla superficie curva del geoide al piano.

Il rapporto di scala si mantiene esatto nelle topografie, vale a dire nelle rappresentazioni di un territorio poco esteso, poiché in quel tratto la curvatura terrestre coincide sensibilmente col piano. Nondimeno nel caso di superfici più estese il rapporto tra le distanze si può discostare di molto da quello indicato dalla scala, come per esempio nelle carte ideate da Mercatore. Queste ultime infatti, centrate sulla restituzione della linea lossodromica, riproducono le misure areali con gravi scarti di esattezza e di conseguenza senza rispettare le misure lineari. Ciò conferma che la dichiarazione iniziale tra la corrispondenza tra distanze nella realtà e distanze sulla carta non è percorribile sul piano del rapporto geometrico. Tuttavia va sottolineata la grande funzione della scala: quella di determinare il grado di informazione della carta. La ricchezza di particolari è subordinata al tipo di scala usata: la selezione non riguarda solamente il numero degli oggetti rappresentati ma anche il loro grado di dettaglio, la loro forma, i loro attributi. La scala interviene cioè sia sulla miniaturizzazione, e quindi sulla formazione dei simboli, sia sul loro numero. A ciò si deve aggiungere che la scala incide sul modo di mostrare la relazione

tra oggetti rappresentati: essa influisce cioè sulla determinazione del modello attraverso il quale si intende restituire la realtà. La scelta della scala è dunque condizionata dalle intenzioni di chi governa la carta. Essa può non essere conseguente all'estensione del territorio da rappresentare – perché ad esempio lo stesso territorio potrebbe venir raffigurato in più carte – ma all'uso che la carta è destinata.

In sede didattica quando si introducono questi concetti chiave della cartografia è fondamentale presentarli come caratteristiche peculiari del linguaggio cartografico e non come regole che permettono di costruire una carta perfetta, specchio della realtà. "Regole"che, in ogni caso, devono essere presentate come socialmente condivise e non come espressione di un ordine naturale oggettivamente rappresentato. Si tende infatti troppo spesso, anche nei libri di testo, a veicolare l'idea della carta come strumento di precisa riproduzione della realtà territoriale, non di una rappresentazione, fra tante possibili, di un territorio, ma il linguaggio per darci informazioni sempre più precise: la carta è presentata come succedaneo della realtà, una rappresentazione diretta, non mediata, se non simbolicamente, della realtà.

La riduzione in scala è presentata di solito come un'operazione necessaria, logica e puramente matematica, dunque semplicemente un modo per risolvere il problema pratico di dover rappresentare un grande spazio in un piccolo foglio. Occorre poi rimarcare che non basta accennare al fatto che al ridursi della scala diminuiscono i particolari rappresentati, occorre evidenziare la discrezionalità della cernita degli elementi da eliminare: è il cartografo che sceglie ciò che vuole rappresentare secondo l'uso della carta, le convenzioni cartografiche, le convenzioni socio-politiche e le sue convinzioni personali. Quando le operazioni di necessaria selezione e semplificazione vengono messe debitamente in evidenza, occorre evitare che esse siano presentate in modo da rafforzare il carattere oggettivo della carta, affermando esplicitamente che gli elementi che si è scelto di rappresentare sono quelli più importanti in termini assoluti, tacendo ancora una volta il fatto che ogni carta è legata necessariamente al contesto sociale nel quale viene prodotta.

Questo discorso potrebbe essere ampliato riflettendo sulla convenzione stabilita dai geografi per cui risulta che in ogni carta il nord è sempre nella parte alta. Intanto sarebbe utile precisare che si tratta sempre di una scelta pratica, che ha origini storico culturali, e che tale convenzione non ha nessuna influenza sulla capacità comunicativa della carta: oltre che nel passato anche attualmente sono pubblicate carte – magari proprio con intenti polemici o rivendicativi – orientate diversamente.

Anche quando si introduce la simbolicità della carta, occorre evitare accuratamente di rinforzare il concetto di carta come riproduzione della realtà che solo per un contingente problema di rappresentazione avviene per mezzo di simboli. Ciò nasconde una delle più importanti caratteristiche della carta, cioè il suo essere linguaggio e come tale non riproduzione della realtà, ma sua simbolizzazione e re-invenzione. Come le parole nel passaggio dal significato al significante lo generalizzano e lo trasformano in un simbolo verbale, così nel linguaggio cartografico nel passaggio dall'oggetto geografico all'elemento grafico che lo rappresenta, si verifica una generalizzazione che fa di tutto ciò che entra in una carta, e la carta stessa, un simbolo. Affermare la corrispondenza tra realtà e rappresentazione cartografica, significa ridurre la sostanza territoriale alle sue sole qualità geometriche e ciò implica che esse si sostituiscano alla complessità del territorio che la visione cartografica illude di poter abbracciare con lo sguardo, ma di cui in realtà permette solo di afferrare un simulacro, un simbolo in cui gli elementi costitutivi sono stati selezionati culturalmente e privati di individualità, generalizzati. Inoltre la stessa visione cartografica illude l'osservatore di essere distaccato dal campo di osservazione e per questo di avere una visione oggettiva e distaccata della realtà (Farinelli, 1992).

Conclusioni

La carta geografica è il frutto di una razionalizzazione-riduzione, cioè di un insieme di operazioni logiche che la nostra mente compie per dare ordine agli oggetti che percepiamo sulla superficie della Terra e su cui eventualmente operiamo.

Se si tiene a mente questo aspetto, è facilmente comprensibile come anche nella cartografia cosiddetta razionale – a discapito della sua pretesa di essere una rappresentazione oggettiva della realtà – la scelta della scala, del tipo di proiezione, dell'orientamento della carta, della simbologia di riferimento sono sempre funzionali, e perciò soggettivamente determinati, all'intento comunicativo, più o meno implicito, del redattore della carta quale esponente di un determinato sistema storico-culturale.

Si può, dunque, concludere dicendo che la carta offre una rappresentazione metaforica della Terra: quello che si rappresenta dello spazio terrestre ha significati che vanno al di là del significato letterale di questo spazio, ed è dall'approfondimento di questi significati, la loro interpretazione ad aprire la strada a nuove conoscenze (Dematteis,1985).

È fondamentale che di fronte a una rappresentazione cartografica si debba poter sempre esplicitarne i contenuti metaforici, saper dire che significati rappresenta, quali concetti suggerisce, quali tipi di fatti e di osservazioni permette di collegare tra loro. Occorre, cioè, essere consapevoli che il mondo è una realtà molto più ricca e varia di quella che la carta offre: una versione razionalizzata e altamente astratta del mondo. Se di questi aspetti non si tiene debitamente conto il rischio è quello di farsi investire dalla carica ideologica di cui le carte geografiche sono portatrici, dal loro potere fortemente persuasivo, visto che esse vengono tendenzialmente presentate come uno strumento capace di riprodurre la realtà non solo nel modo più fedele possibile, ma anche nel modo più utile per la comprensione del mondo e oggettivo.

Su queste basi si è voluta sostenere l'esigenza di una didattica critica della geografia il cui compito è quello di rendere evidente l'azione, per così dire, sommersa di costruzione del mondo, di mostrare come dietro ai dorsi uniformi delle carte si celino i diversi valori e come questi siano la metafora della società e del potere. Occorre innanzitutto, riconoscere che ogni azione e ogni strumento didattico si può considerare come testo, inteso non come una rappresentazione oggettiva di una realtà immanente, ma come il prodotto di una rilettura operata dall'autore (dal docente, dal redattore del libro, dal sistema universitario e scolastico) di una realtà; conseguentemente ricercare e far emergere le contraddizioni interne al testo per rendere palese il discorso: rilevare come la descrizione geografica che si vuole per auto-definizione oggettiva e acritica si basi spesso su giudizi di valore. La ricaduta che una didattica di questo tipo avrebbe nel mondo della scuola riguarderebbe senz'altro la possibilità di diffondere una visione problematica della Geografia e conseguentemente della rappresentazione cartografica; ma, più in generale, di contribuire a formare e far maturare, partendo proprio dai docenti, una coscienza critica in tutti gli abitanti della Terra.

Bibliografia

Bernardi R., *La geografia come scienza operativa nell'organizzazione territoriale,* Casanova Editore, Parma, Ed. Universitarie, 1974.

Bernardi R., Poli E., *Equilibri dinamici di una realtà complessa*, CUEC, Cagliari, 2011.

Calandra L.M., *Progetto geografia. Territorio,* Trento, Erickson, 2007.

Casti E., *L'ordine del mondo e la sua rappresentazione. Semiosi cartografica e autoreferenza*, Milano, Unicopli, 1998.

Corna Pellegrini G., *Aspetti e problemi della geografia*, Settimo Milanese, Marzorati, 1987.

Dematteis G., *Le metafore della Terra. La geografia umana tra mito e scienza*, Milano, Feltrinelli, 1985.

Dematteis G., *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, Milano, Franco Angeli, 1995.

Farinelli F., *I segni del mondo. Immagine cartografica e discorso geografico in età moderna*, Scandicci, La Nuova Italia, 1992.

Farinelli F., *Geografia: un'introduzione ai modelli del mondo*, Torino, Einaudi, 2003.

Lodovisi A., Torresani S., *Storia della cartografia*, Bologna, Patron, 1996.

Harley J.B., "Deconstructing the Map", *Cartographica*, vol. 26, n. 2, 1989, pp. 1-20.

Harvey D., *The condition of postmodernity*, Malden, Basil Blackwell, 1990.

Palagiano C., Asole A., Arena G., *Cartografia e territorio nei secoli*, Roma, Carocci, 1998.

Quaini M., *Il mito di Atlante. Storia della cartografia occidentale in età modern*a, Genova, Il Portolano, 2006.

Racine J.B., Cunha A., *Dalle teorie ai metodi: soggettivismo dell'obiettività scientifica ed «effetto Edipo» nella definizione operativa delle regioni spaziali,* in TURCO A. (a cura di), *Regione e regionalizzazione*, Milano, Franco Angeli, 1984.

Raffestin C., *Per una geografia del potere*, Milano, Unicopli, 1981.

Schmidt di Friedberg M., *Geografia a scuola: monti, fiumi, capitali o altro?*, Milano Edizioni Angelo Guerini e Associati, 2005.

Sestini A., *La lettura delle carte geografiche;* Firenze; Felice Le Monnier, 1980.

Sestini A., *Cartografia generale;* Bologna, Patron, 1982.

Spada A., *Che cos'è una carta geografica*, Roma, Carocci, 2007.

Squarcina E., *Sapere e saper fare la geografia*, in SCHMIDT DI FRIEDBERG M., *Geografia a scuola: monti, fiumi, capitali o altro?*, Edizioni Angelo Guerini e Associati, Milano, 2005.

Squarcina E., *Un mondo di carta e di carte*, Milano, Edizioni Angelo Guerini e Associati, 2007.

Squarcina E., *Didattica critica della geografia*, Milano, Unicopli, 2009.

Turco, A., *Verso una teoria geografia della complessità*, Milano, Unicopli, 1988.

Turco, A., "Semiotica del territorio: congetture, esplorazioni", *Rivista Geografica italiana*, 101, 1994, pp. 365-383.

LA CARTOGRAFIA STORICA IN MOSTRA: "IL LAGO DI CARTA. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DEL TERRITORIO GARDESANO (SECC. XIV – XIX)"

Andrea Porceddu *

Il giorno 26 marzo è stata inaugurata nella Rocca di Riva del Garda la mostra "Il lago di carta. Rappresentazione cartografica del territorio gardesano (secc. XIV - XIX)", frutto di un progetto realizzato grazie alla stretta collaborazione tra il MAG Museo Alto Garda e il Dipartimento di Filosofia, Storia e Beni culturali dell'Università di Trento (unità di ricerca di geografia storica, coordinato dalla prof.ssa Elena Dai Pra') e con il sostegno della Fondazione Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto e della Fondazione Cariverona.

La mostra, che sarà aperta fino al 26 giugno, prevede un percorso espositivo che riunisce carte, mappe e disegni provenienti da molteplici sedi archivistiche nazionali ed internazionali, il cui filo conduttore è la rappresentazione a diversa scala del territorio gardesano nel corso dei secoli, partendo dalla cartografia pre-geodetica sino alle mappe catastali del periodo napoleonico. Si tratta di un vero e proprio racconto cartografico, che viene presentato attraverso l'esposizione di una sessantina di carte a diversa scala (alcune delle quali rare ed inedite), frutto della perizia tecnica di cartografi, ingegneri ed agrimensori, noti e meno noti.

La mostra ha anche un altro intento fondamentale, che è quello di riuscire ad accendere l'interesse sulla cartografia storica come odierno strumento progettuale. In tal senso, vengono espressi diversi assi tematici relativi al territorio considerato: dal controllo politico e militare del territorio delle carte a scala più piccola, agli aspetti relativi alla gestione della proprietà dei fondi e degli edifici (cartografia prediale), alla progettazione tecnica (in particolare idraulica), fino alla risoluzione di dispute tra singoli o comunità per la delimitazione del territorio di loro pertinenza e la gestione delle relative risorse, tematismi tipicamente riferibili ad una rappresentazione a più grande scala.

L'accostamento di opere differenti per epoca, tecnica e scala (corografie, carte topografiche, disegni su pergamena, cabrei, stampe, xilografie, vedute prospettiche e a volo d'uccello, planimetrie di edifici, atlanti) permette di comprendere l'evoluzione delle tecniche di rappresentazione, le differenti scelte semiologiche, gli svariati contesti e ambiti in cui le carte sono state prodotte e, non da ultimo, permette di avvicinare le figure di coloro che si sono adoperati con il proprio talento, nelle diverse epoche, in questo mirabile lavoro.

Si è cercato di dare una possibile chiave di lettura di tutti questi fenomeni cosi eterogenei strutturando il percorso espositivo in sette differenti sezioni tematiche relative ai pezzi cartografici ed una relativa alla strumentazione in uso. Nella prima sezione, intitolata «**"I piedi in pianura, la testa in montagna". Il Garda nelle antiche corografie**», sono state inserite una serie di carte corografiche caratterizzate dal ruolo centrale del lago di Garda nella rappresentazione: si parte da quelle più antiche, come la perga-

* Università degli Studi di Trento.

mena di autore sconosciuto della fine del XIV secolo (uno dei più antichi cimeli della cartografia italiana), alle carte della Lombardia del Pisato (1470) e di Luc'Antonio degli Uberti (1520) fino alle più recenti carte quali la "*Neue und Accurate Charte derer Länderin Italien*" del 1701 e "*Le Tyrol Meridional par Josephe de Spergs*" (1759). Carte diverse per tecnica e scopo della realizzazione, ma accomunate dal grande valore artistico e tecnico, specie se si considera che per le conoscenze dell'epoca, anche descrivere col disegno i contorni di un "oggetto" grande come il Garda, posizionandolo nello spazio in rapporto a città più o meno lontane, non era un processo scontato.

Nella seconda sezione («**L'occhio e la mano del cartografo**») si è deciso di raccontare la vita di alcuni importanti cartografi attraverso l'accostamento delle loro opere più rappresentative: ritroviamo in questa rassegna celeberrimi autori del calibro di Cristoforo Sorte, Vincenzo Coronelli, Bernardino Brugnoli, Paolo Forlani. Dalle opere emerge chiaramente come il cartografo, che è spesso stato anche artista eclettico impegnato in altre forme espressive, unisce al bagaglio tecnico un efficace talento figurativo, espresso nella capacità di vedere, interpretare e tradurre in segni, simboli, colori, la realtà paesaggistica. Lo scopo di questa selezione è stato quello di comunicare un messaggio importante, e cioè che la carta, come qualsiasi altra raffigurazione, è figlia di un progetto, di un committente e di scopi precisi che vincolano la selezione di elementi reali destinati ad essere tradotti in disegno; la sua efficacia è pertanto frutto della competenza, sensibilità ed abilità di coloro che l'hanno prodotta con pregevoli risultati.

Nella terza sezione («**Terre di Benaco**»), sono state raccolte carte realizzate generalmente ad una maggiore scala di dettaglio rispetto a quelle esposte nella sezione precedente, dove il lago di Garda assume quindi un ruolo di maggior rilievo nella rappresentazione. Emergono così progressivamente, nel loro "peso" geografico, le colline moreniche del veronese e del bresciano, i territori del mantovano e i bacini fluviali dal Sarca al Mincio, naturali *traits d'union* tra pianura e montagna. Tra le diverse carte a stampa della sezione, emerge il disegno acquerellato dello Schiavi (1748), realizzato allo scopo di controllo strategico del bacino gardesano e contenente una descrizione molto puntuale della localizzazione e di altri aspetti logistici dei posti di guardia a presidio dell'area.

La sezione successiva («**Progettare le acque**») è improntata ad un tematismo tra i più ampiamente cartografati nel corso dei secoli, che è quello dell'idrografia terrestre. Si cerca di evidenziare come, allora come ai giorni nostri, l'acqua abbia avuto una funzione fondamentale come elemento di organizzazione del territorio: per l'irrigazione, la produzione di energia, come via commerciale, come violenza dirompente da cui occorre difendersi. Per gli ingegneri idraulici l'acqua diventa la forza da dominare e il disegno lo strumento tecnico per cercare di imbrigliarne la potenza e renderla utile per le attività umane. La sezione contiene per la maggior parte dei progetti relativi alla regimentazione dell'acqua a fini irrigui e ai diritti d'uso della stessa da parte delle popolazioni locali e sottolinea – una volta di più - come il territorio attuale sia risultato del lavoro fisico e mentale operato da chi lo abita e frutto di una costante interazione fra singoli, istituzioni ed elementi naturali.

Nella suddivisione tematica successiva («**Paesi riflessi**») viene presentata una raccolta di carte topografiche, piante, vedute e disegni prospettici a grande scala, accomunate dalla rappresentazione di alcuni dei centri che si affacciano sulle sponde del Lago di Garda. Anche se lo spazio limitato di una mostra non ci restituisce che pochi frammenti, ogni oggetto esposto rimanda a un episodio della vita sociale che in quei luoghi si è svolta, facendo sì che una qualche "magistratura" si attivasse e che un ingegnere, un perito, un agrimensore o un militare raccogliesse i suoi strumenti di lavoro e si mettesse a descrivere i diversi oggetti geografici nei loro rapporti di distanza, superficie, altezza, forma. Tra le diverse carte esposte all'interno di questa sezione – caratterizzata per la maggior parte da disegni relativi a piante e sezioni (rocche di Lazise e Peschiera, castello di Riva e porto di Desenzano) e a suppliche di proprietari

per l'uso delle risorse – emerge il disegno a matita e tempera relativo alla Conca di Arco e Riva (Foglio XIV) tratto dal Codice Enipontano (1615), mirabile miscellanea di disegni descrittivi della posizione delle fortezze difensive situate nella parte meridionale del Trentino.

In «**Storie di paesaggi**» è possibile apprezzare il livello di dettaglio raggiunto da certe raffigurazioni cartografiche a grande scala che rivelano potenzialità analitiche notevoli. Decifrandone i segni è possibile ricostruire capillarmente i passati assetti ambientali, l'estensione e la composizione degli insiemi boschivi, dei pascoli, delle colture, le trasformazioni del corso dei fiumi, dei canali, della viabilità, dell'insediamento e il modo in cui questi elementi sono stati percepiti e interpretati dai diversi gruppi sociali. Da questa rassegna si evince molto chiaramente – qualora vi fossero ancora dubbi – l'estrema attualità ed utilità della cartografia storica quale supporto decisivo alle politiche di governo del territorio, alla conservazione dei suoi valori storico-ambientali, alla valorizzazione del patrimonio paesaggistico e delle specificità locali.

Il viaggio nella cartografia storica si conclude con «**Il Garda settentrionale e il dominio napoleonico**», periodo – quest'ultimo – che costituisce un momento fondamentale per la storia della cartografia e della proiezione del potere sul territorio. Il miglioramento delle tecniche di rilevo raggiunto nel primo Ottocento si traduce infatti in una maggiore precisione geometrica della rappresentazione, che diventa strumento diretto di gestione territoriale. Vengono qui esposte le mappe catastali di Riva ed Arco e una carta estratta dall'*Atlas des cartes et plans concernant la campagne de l'Armée des Grisons commandée par le Géneral en Chef MacDonald*, relativa al territorio di Riva del Garda. Trovano inoltre spazio due volumi di estremo interesse: l'*Extrait des Reconnaissances sur le Tyrol* - tratto dal *Mémorial Topographique et militaire* – che fornisce una approfondita lettura topografica e storica dei territori europei possibili scenari di campagne militari, ed il volume "*L'uso della squadra mobile [..]*" di Ottavio Fabbri, trattato tecnico sull'utilizzo di questo strumento per la misurazione geometrica.

Alla fine del percorso è stata inserita una sezione («**"I piedi nel fango". Gli strumenti del rilevamento topografico**») che propone una scelta di alcuni tra i principali "compagni di viaggio" del cartografo, legati ad epoche e contesti diversi. Tra di essi troviamo il compasso e la bussola topografica ed il sestante e l'ottante, tutti provenienti dall'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze. Inoltre, in mostra sono esposti altri strumenti topografici, (tra cui una tavoletta pretoriana, due teodoliti, pertiche, aste e catene per la misurazione delle distanze) ed un cippo confinario, tutti provenienti dall'Ufficio Catasto del Comune di Trento.

All'interno dell'esposizione, infine, è stato affiancato, in maniera complementare e non meramente ancillare, un itinerario fotografico realizzato da Pierluigi Faggion che propone una serie di scorci del paesaggio gardesano che permettono l'accostamento tra il paesaggio storico rappresentato all'interno delle opere esposte e quello attuale.

A completamento della mostra è stato prodotto un catalogo che, oltre a contenere una schedatura descrittiva delle carte esposte, accoglie alcuni saggi introduttivi di maestri e giovani studiosi che forniscono ulteriori spunti di riflessione critici e chiavi di lettura ed approfondimento del discorso sulla cartografia storica. Tre di essi sono dedicati all'analisi di cartografie aventi uno spiccato valore progettuale con particolare riferimento alla gestione delle acque e alle esigenze della strategia militare: dal tema della regimentazione delle acque affrontato da Elena Dai Pra' e Anna Tanzarella, ai processi di affermazione della rappresentazione geometrica dello spazio, analizzati da Marco Mastronunzio, Thomas Gilardi e Dino Buffoni, alla lettura dei diversi livelli di interpretazione sottesi all'elaborazione delle mappe, affrontati con due insigni esempi (*Kriegskarte*, del Von Zach e carta del Coronelli "*L'Adice moderato per sempre*") da Massimo Rossi. Monica Ronchini propone un interessante contributo sull'intersezione fra fantastico e nascita della rappresentazione cartografica, che suggerisce una chiave di lettura di altri aspetti (il fantastico,

il mostruoso, il leggendario) insiti nel paesaggio lacuale e spesso dimenticati o non adeguatamente considerati. Trova infine spazio il magistrale saggio di Massimo Quaini (***"L'occhio e la carta"***) che, argomentato anche in sede di inaugurazione della mostra, svolge un'approfondita riflessione sul rapporto tra cartografia ed arte, soffermandosi sul valore ontologico della cartografia storica e più in generale della geografia che ad essa è strettamente legata, e ricordando come la produzione cartografica sia continuamente soggetta a molteplici letture data l'eterogeneità di coloro che utilizzano o semplicemente "leggono" la carta. Proprio per il fatto di essere luogo di intersezione semantica tra antiche e nuove chiavi interpretative, la carta storica non muore mai e, continuamente messa in discussione, fornisce ai diversi soggetti che fruiscono di essa la possibilità di immaginare nuove forme evolutive del territorio, frutto di possibili convergenze tra le diverse scienze.

Tra le iniziative previste a completamento della mostra è stato organizzato un ciclo di incontri intitolato "Dialoghi geografici" a cui parteciperanno nomi importanti nel campo degli studi geo-cartografici. Dopo Massimo Quaini, interverranno Vladimiro Valerio (*"L'evoluzione delle tecniche di rappresentazione cartografica",* 1 aprile), Leonardo Rombai e Luisa Rossi (*"Cartografia storica e governo del territorio*", 8 aprile), Laura Federzoni ed Elena Dai Pra' (*"Cartografia e pianificazione territoriale"*, 29 aprile), Franco Farinelli (*"Geografia e filosofia"*, 13 maggio), Federico Italiano e Davide Papotti (*"Geografie e letterature"*, 20 maggio) e concluderanno il ciclo di seminari Diego Moreno e Roberta Cevasco (*"L'ecologia storica"*, 24 giugno).